

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo previo a la obtención del título de:
INGENIEROS MECÁNICOS**

TEMA:

**DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN DE LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - SEDE QUITO.**

AUTORES:

**LUIS DANIEL MENA ARIAS
DANIEL ALEJANDRO ARIAS CALDERÓN**

TUTOR:

MARCOS ANTONIO HECHAVARRÍA SÀNCHEZ

Quito, febrero del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Luis Daniel Mena Arias y Daniel Alejandro Arias Calderón , con documento de identificación N° 172519785-7 y N°172537658-4 respectivamente, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: “DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - SEDE QUITO.”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Luis Daniel Mena Arias
CI. 172519785-7



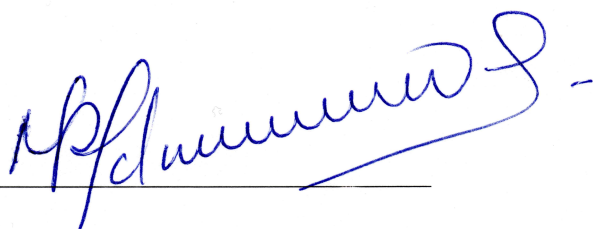
Daniel Alejandro Arias Calderón
CI. 172537658-4

Quito, febrero del 2020.

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, “DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - SEDE QUITO.” realizado por Luis Daniel Mena Arias y Daniel Alejandro Arias Calderón , obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, febrero de 2020



Marco Antonio Hechavarría Sánchez

C.I. 1756684369

DEDICATORIA

A Dios por la vida, providencia y por siempre estar a mi lado guiándome todos los días de mi vida; a mis padres Hugo y Blanca que a través de su amor, apoyo, consejo y sacrificio hicieron posible alcanzar esta gran meta; a mi hermana Samanta que con su ejemplo de perseverancia y palabras de aliento fue mi compañía en las largas noches de estudio; y, por último, a mis amigos con los cuales viví momentos inolvidables durante esta etapa de mi vida.

Daniel Alejandro

En primer lugar agradezco a Dios, a mis padres Gonzalo y Marina que han sido los pilares más importantes dentro de mi vida sabiendo guiar mi camino para poder lograr forjar mi destino, apoyándome en todo lo que fuera con tal de verme alcanzar mis sueños; a mi Hermano Vinicio que fue mi más fiel amigo y modelo a seguir siendo el artífice para que todo esto sea posible, con su incansable apoyo incondicional; a Adriana que fue parte muy importante dentro de mi vida debido a que con su apoyo y palabras de aliento puede superar momentos difíciles; a mi Hermana Karina que aunque silenciosamente sé que estuvo dándome fuerzas; finalmente, a mis sobrinos que sin saber que lo hacían fueron mi fuente de felicidad.

Luis Daniel

AGRADECIMIENTOS

Por nuestra parte queremos realizar un agradecimiento muy especial a nuestro tutor el Ingeniero Marcos Hechavarría, MSc. por brindarnos su tiempo y entrega; así como también, tener la predisposición de compartir su conocimiento y experiencia siendo estos aportes significativos para realizar un correcto desarrollo de nuestro Proyecto Técnico.

Al Ingeniero Cristian Leiva queremos darle las gracias por brindarnos su aporte profesional de cómo podemos mejorar nuestro proyecto y al Ingeniero Patricio Quitiquez, quien nos supo facilitar la información necesaria para la realización de nuestro proyecto.

Y, finalmente, agradecer a todo el talento humano con el cual cuentan los docentes que forman parte de la Carrera de Ingeniería Mecánica; además por compartir sus conocimientos que fueron de suma ayuda para seguir creciendo día a día en nuestra formación no solo profesional sino también personal.

Daniel Alejandro y Luis Daniel

ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
ABREVIATURAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Descripción de Laboratorios.....	1
1.2 Breve historia del mantenimiento.....	2
1.2.1 Mantenimiento Correctivo	2
1.2.2 Mantenimiento Preventivo.....	2
1.2.3 Mantenimiento Predictivo.....	3
1.3 Mantenimiento basado en TPM.....	3
1.3.1 Características del TPM.....	4
1.3.2 Pilares del Mantenimiento TPM	5
1.3.3 Indicadores utilizados en TPM	9
1.3.3.1 Tipos de indicadores	9
1.3.4 Clasificación de Riesgos	11
1.4 Máquina Herramienta.....	12
1.4.1 Definición	12
1.4.2 Principales componentes de una Máquina Herramienta.....	13
1.5 Torno Mecánico.....	14
1.5.1 Descripción de un Torno CN	15
1.5.2 Funcionamiento	16
1.5.3 Características.....	16
1.5.4 Actividades de Mantenimiento	16
1.6 Fresadora	17

1.6.1 Descripción de Fresadora CN	18
1.6.2 Funcionamiento	19
1.6.3 Características	19
1.7 Soldadura	20
1.7.1 SMAW	20
1.7.1.1 Especificaciones Técnicas	21
1.7.2 GMAW	22
1.7.2.1 Especificaciones Técnicas	23
1.7.3 GTAW	24
1.7.3.1 Especificaciones Técnicas	25
1.7.4 Multiproceso	25
1.7.4.1 Especificaciones Técnicas	25
Tomado de: Soldador Inverter Multiproceso [29]	26
1.7.5 Soldadura mediante fricción FW	26
1.8 Proceso de Fundición	27
1.8.1 Horno Crisol	27
1.8.1.1 Quemador	28
CAPÍTULO II	30
FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA	30
2.1 Selección de Indicadores	30
2.2.1 Disponibilidad total	31
2.2.3 Tiempo medio entre fallas MTBF	31
2.2.4 Tiempo medio de Reparación o MTTR	32
2.2.6 Índice Mantenimiento Correctivo IMC	32
2.2.7 Índice de Mantenimiento Programado IMP	32
2.2 GMAO	33
2.3 AMEF	33
2.4 Formatos y Registros de Mantenimiento	37
2.4.1 Trazabilidad	38
2.4.3 Guía de Uso correcto de Equipos/Máquinas	38
2.4.4 Formato ART	39
2.5 Plan de Mantenimiento	41
2.5.1 Base de Datos	43
2.5.1.1 Codificación	43
2.5.1.2 Agrupación de Equipos/ Máquinas	43

2.6 Planificación de la Gestión de Mantenimiento	44
2.6.1. Actividades y Tareas de Mantenimiento	44
2.7 Gestión para la Adquisición de Materiales.....	45
2.8 Plan de Socialización de la Gestión de Mantenimiento	46
CAPÍTULO III.....	47
DESARROLLO DEL PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	47
3.1 Identificación de Máquinas y Equipos	47
3.1.1 Codificación.....	49
3.1.2 Índice de Criticidad en Máquinas y Equipos	50
3.2 Diseño y Desarrollo del SCM – UPS: I.....	52
3.2.1 Formularios.....	57
3.2.2 Informes	58
3.3 Cálculo de indicadores	59
3.5 Desarrollo de Formatos de Mantenimiento	61
3.5.1 Trazabilidad de Formatos	61
3.5.2 Guía de uso Correcto de Máquinas y Equipos.....	62
3.5.3 ART Identificación de Riesgos dentro del Bloque I.....	62
3.6 Análisis del Modo y Efecto de Fallas – AMEF.....	64
3.6.1 Asignación de NPR (Numero Prioritario de Riesgo)	65
3.6.1.2 Criterios para determinar los índices del NPR.....	65
3.7 Desarrollo de Plan de Mantenimiento Programado.....	74
3.7.1 Cronograma del Plan de Mantenimiento	82
CAPÍTULO IV.....	83
4.1 Análisis de Resultados de Indicadores de Mantenimiento	83
4.2 Análisis Económico.....	94
4.2.1 Costo Beneficio.....	95
4.2.2 Costo de Ejecución	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS	99
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de planta de la distribución física del Bloque “I”	1
Figura 2. Pilares dentro del Mantenimiento TPM.....	5
Figura 3. Relación dimensional de un torno	14
Figura 4. Partes componentes de un torno por control numérico	15
Figura 5. Principales componentes de una fresadora de control numérico	18
Figura 6. Equipo de Soldadura por Arco Eléctrico	20
Figura 7. Esquema del proceso soldadura SMAW	21
Figura 8. Esquema del Circuito de una soldadora GMAW	23
Figura 9. Representación esquemática del proceso de soldadura GMAW	23
Figura 10. Representación esquemática del proceso de soldadura GTAW	24
Figura 11. Secuencia de operaciones en el proceso de soldadura por fricción	26
Figura 12. Esquema del proceso de fundición en arena.....	27
Figura 13. Horno estacionario con crisol removible	28
Figura 14. Esquema de un quemador utilizado en proceso de fundición.....	29
Figura 15. Gestión del Análisis y Reparación de Fallas	36
Figura 16. Secuencia del Análisis del Modo y Efecto de Falla	37
Figura 17. Estructura de niveles y sub niveles de una planta.....	43
Figura 18. Planificación del Sistema de Gestión del Mantenimiento.	45
Figura 19. Interpretación para la codificación de Máquinas y Equipos. Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias	49
Figura 20. Esquema del proceso de Asignación del Índice de Criticidad.....	50
Figura 21. Login de ingreso al sistema.	53
Figura 22. Campos seleccionados para la tabla de base de datos.	54
Figura 23. Asignación del tipo de datos.....	54
Figura 24. Campo clave de la base de datos.	54
Figura 25. Tabla de base de datos (UPS – DataBase “I”).....	55
Figura 26. Relación de nivel de seguridad – Login	55
Figura 27. Relación entre la base de datos principal.....	56
Figura 28. Menú interactivo	56
Figura 29. Formulario de registro de máquina y equipos	57
Figura 30. Formulario de registro de fallos y averías	57
Figura 31. Informe de la programación de actividades preventivas	58
Figura 32. Interpretación de códigos para la trazabilidad de formatos	61
Figura 33. Descripción de la metodología del AMEF	64

Figura 34. Relación entre la frecuencia y gravedad de los fallos.....	65
Figura 35. Resultados del detalle de mantenimiento Bloque I correspondiente al año 2017.....	83
Figura 36. Análisis porcentual de averías respecto a cada sección del Bloque I – 2017	84
Figura 37. Resultados del detalle de mantenimiento Bloque I correspondiente al año 2018.....	85
Figura 38. Análisis porcentual de averías respecto a cada sección correspondiente al año 2018.....	86
Figura 39. Comparativa de la disponibilidad de máquinas y equipos.....	87
Figura 40. Disponibilidad de máquinas y equipos planificado.....	87
Figura 41. Comparativa del indicador MBTF.....	88
Figura 42. Comparativa del indicador MTTR.....	89
Figura 43. Comparativa del IMC.	90
Figura 44. Comparativa del IMP.....	91
Figura 45. Comparativa del detalle de averías en la sección de torneado.....	92
Figura 46. Comparativa del detalle de averías en la sección de fresado.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las principales partes de una Máquina Herramienta	13
Tabla 2. Resumen de las principales actividades de mantenimiento	17
Tabla 3. Especificaciones técnicas de soldadora SMAW	22
Tabla 4. Especificaciones técnicas de soldadora GMAW	24
Tabla 5. Especificaciones técnicas de soldadora GTAW	25
Tabla 6. Especificaciones técnicas de soldadora multiproceso	26
Tabla 7. Valoración de la probabilidad de riesgo	40
Tabla 8. Valoración respecto el nivel de impacto	40
Tabla 9. Matriz de valoración del formato de análisis de riesgos	40
Tabla 10. Clasificación de niveles de riesgos	41
Tabla 11. Listado de máquinas y equipos del Bloque “I”	48
Tabla 12. Identificación de códigos para máquinas y equipos del Bloque I	49
Tabla 13. Criticidad de máquinas y equipos del Bloque “I”	51
Tabla 14. Criterios para la asignación de los índices de criticidad	52
Tabla 15. Detalle de mantenimiento Bloque I -2017	59
Tabla 16. Detalle de mantenimiento Bloque I - 2018	59
Tabla 17. Resultado del cálculo de indicadores	60
Tabla 18. Descripción de simbología	62
Tabla 19. Descripción de variables del NPR	65
Tabla 20. AMEF para los tornos EMCO -MAT 17D	66
Tabla 21. AMEF para las fresadoras EMCO MAT FB-450L	67
Tabla 22. AMEF para soldadora tipo SMAW	68
Tabla 23. AMEF para soldadora tipo TIG –Lincoln Electric	69
Tabla 24. AMEF para soldadora tipo MIG – Lincoln Electric	70
Tabla 25. AMEF para cortadora por plasma	71
Tabla 26. AMEF para la soldadora por fricción	72
Tabla 27. AMEF para horno crisol - Nabertherm	73
Tabla 28. Plan de mantenimiento para torno CN	74
Tabla 29. Plan de mantenimiento para fresadora CN	75
Tabla 30. Plan de mantenimiento para soldadora SMAW	76
Tabla 31. Plan de mantenimiento para soldadora TIG	77
Tabla 32. Plan de mantenimiento para soldadora MIG	78
Tabla 33. Plan de mantenimiento para soldadora multiprocesos	78
Tabla 34. Plan de mantenimiento para cortadora plasma	79

Tabla 35. Plan de mantenimiento para cortadora plasma	80
Tabla 36. Plan de mantenimiento para soldadora por fricción.....	81
Tabla 37. Plan de mantenimiento para horno de crisol.....	81
Tabla 38. Proyección del presupuesto para el desarrollo e implementación de la Gestión de Mantenimiento	94

ABREVIATURAS

AMEF: Análisis de Modos y Efectos de Fallas

ART: Análisis de Riesgos en el Trabajo

EPP: Equipo de Protección Personal

FW: Friction Welding

GLP: Gas Licuado de Petróleo

GMAO: Gestión de Mantenimiento Asistida por Computador

GMAW: Gas Metal Arc Welding

GTAW: Gas Tungsten Arc Welding

HT - MP: Horas Totales dedicadas al Mantenimiento Preventivo

HT- MC: Horas Totales dedicadas al Mantenimiento Correctivo

HTF: Horas Totales de Funcionamiento de Eq/Maq

HTP - MTTO: Horas Totales de Paradas del Mantenimiento

HTPA: Horas Totales de Paradas por Avería

IDT: Indicador de Disponibilidad Total de Equipos

IMC: Índice de Mantenimiento Correctivo

IMP: Índice de Mantenimiento Programado

MAG: Metal Active Gas

MBTF: Tiempo Medio entre Fallas

MC: Mantenimiento Correctivo

MIG: Metal Inert Gas

MP: Mantenimiento Programado

MTTR: Tiempo Medio de Reparación

NPR: Numero de Prioridad de Riesgo

SMAW: Shield Metal Arc Welding

TPM: Mantenimiento Productivo Total

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de desarrollar un Plan de Gestión de Mantenimiento, en los Laboratorios de Máquinas-Herramientas, Soldadura y Fundición de la Carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito.

En la actualidad, aún no se han desarrollado un plan para la gestión de mantenimiento para los laboratorios, por lo cual la información correspondiente al mantenimiento de las máquinas y equipos se ha manejado de una manera intuitiva sin seguir ningún tipo de procedimiento.

Debido a lo cual este trabajo tiene la finalidad de realizar una propuesta de solución a la problemática existente, con el Desarrollo de un Plan de Gestión de Mantenimiento para el Bloque I basado en la metodología TPM. Esta investigación recopiló información existente que nos permitió desarrollar una herramienta informática (SMC-UPS: I) que gestione de mejor manera la información. La metodología del AMEF fue un aporte importante para el desarrollo del Plan de Gestión de Mantenimiento, también se realizó el cálculo de indicadores de mantenimiento con la finalidad de reflejar de una manera estadística el estado actual de las máquinas y equipos.

Los resultados de los indicadores de mantenimiento: Disponibilidad - MTBF- MTTR - IMC - IMP no cuentan con valores adecuados, ni la base de datos necesaria para un correcto manejo en la gestión del mantenimiento, para ello se elaboró un Plan que permitirá un mejor tratamiento a los activos, controlar la información, mejorar los indicadores y disminuir los costos por reparaciones o mantenimiento correctivo.

Palabras clave: mantenimiento, TPM, indicadores, AMEF, herramienta informática

ABSTRACT

The propose of the present research work is to develop a Maintenance Management Plan, in the laboratories of Machine Tools, Welding and Foundry of the mechanical engineering career at the Salesian Polytechnic University - Campus Quito.

Currently, a maintenance management plan for laboratories has not yet been developed, because of that the information for the maintenance of machines and equipment has been handled in an intuitive way without following any kind of procedure.

The purpose, this work is to propose a solution for the existing problem, with the development of a Maintenance Management Plan for Block I based on the TPM methodology. This research collects existing information that allowed us to develop a computer tool (SMC-UPS: I) that better manages the information. The AMEF methodology was an important contribution to the development of the Maintenance Management Plan, the calculation of maintenance indicators was also carried out in order to statistically reflect the current state of the machines and equipment.

The results of the maintenance indicators: Availability- MTBF- MTTR - IMC – IMP do not have adequate values, nor the database necessary for proper management in maintenance management, for this purpose a Plan was developed that will allow a better control information, improve indicators and reduce costs for repairs or corrective maintenance.

Keywords: Maintenance, TPM, Indicators, AMEF, Computer tool

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un Plan de Gestión de Mantenimiento para los equipos del Laboratorio de Máquinas-Herramientas, Soldadura y Fundición de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito, se fundamentara en la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total), cabe recalcar que los parámetros para su desarrollo se verán contemplados por distintos aspectos que los presentes dentro del Mantenimiento TPM, esto se debe principalmente a que dichos laboratorios no son utilizados en un proceso propiamente productivo, motivo por el cual se seleccionaran indicadores que ayude al desarrollo del plan de gestión y satisfagan exigencias de los equipos o máquinas que se encuentran en los laboratorios, mediante el desarrollo del plan de gestión se quiere dar relevancia a la importancia de los laboratorios dentro de la Carrera de Ingeniería Mecánica que cuenta con el aporte económico más significativo de entre todos los demás laboratorios de mecánica, lo cual busca preservar los equipos y máquinas mostrados en la Tabla 1.

El desarrollo del Plan de Gestión contempla cuatro capítulos los cuales abarca temas relacionadas principalmente con información sobre la metodología del mantenimiento TPM y la elección de indicadores que faciliten el desarrollo del mismo, este cuenta con la capitulación mostrada a continuación: Capítulo 1 (Marco Teórico); Capítulo 2 (Metodología); Capítulo 3 (Desarrollo del Plan de Gestión de Mantenimiento) y finalmente Capítulo 4 (Análisis y Discusión).

La problemática se debe principalmente a la inexistencia de un Plan de Gestión del mantenimiento dentro de los laboratorios debido al cual surgen los varios inconvenientes:

- Existe un manejo de mantenimiento únicamente medido por la apreciación de las horas de trabajo de los equipos, por lo cual es ineficaz a la hora de implementarse.
- Uso excesivo del mantenimiento correctivo, por ende, los costos de reparación incrementan, además de tener equipos en tiempo de inactividad reduciendo la confiabilidad de los equipos.
- Disminución de vida útil en los equipos.

El análisis para el desarrollo de un Plan de Gestión propone; disminuir los costos que repercuten en la reparación o adquisición de los repuestos, incrementar tiempo de actividad en los equipos para asegurar una mayor confiabilidad y disponibilidad en la maquinaria, garantizar la continuidad de la enseñanza y uso correcto de los equipos , mejorar la calidad del proceso de enseñanza, mantener la seguridad de los equipos para proteger a los operarios que en este caso en particular son : estudiantes, docentes, técnicos y demás.

Permitiendo así disminuir el tiempo de trabajo en condiciones inadecuadas logrando así incrementar su vida útil con la finalidad que todos los procesos y actividades de mantenimiento sean medibles controlables y por lo tanto mejorables. El objetivo general es desarrollar un Plan de Gestión de Mantenimiento, para mejorar la confiabilidad y disponibilidad en los equipos del Laboratorio de Máquinas Herramientas, Soldadura y Fundición.

Los objetivos específicos:

- Conocer el estado actual de la maquinaria, el índice de fallas, recopilar la información de las rutinas de mantenimiento preventivo recomendadas por los fabricantes, las prácticas desarrolladas en el mercado y recomendaciones de expertos.
- Determinar indicadores que nos permitan medir la disponibilidad técnica y fiabilidad de las máquinas.
- Diseñar una propuesta de un Plan de Gestión del Mantenimiento basado en la metodología del Mantenimiento Total de la Producción.
- Elaborar formatos de registro y seguimiento del plan de mantenimiento propuesto con su respectiva trazabilidad, además de utilizar una herramienta informática para el manejo de la información.
- Evaluar el beneficio y costo del Modelo de Gestión del mantenimiento propuesto.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Descripción de Laboratorios

Los Laboratorios de Máquinas-Herramientas, Soldadura y Fundición (Bloque “I”) pertenecientes a la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito Campus Sur están enfocados al aprendizaje de quienes conforman la Carrera de Ingeniería Mecánica siendo estos: estudiantes, docentes, técnicos y demás. El Bloque I, está físicamente estructurado en una sola edificación dentro de la cual se subdivide en dos partes, que de aquí en adelante serán nombradas como Sección A y Sección B, a continuación, se detalla en la Figura 1 la distribución de las secciones, además de las máquinas/equipos que funcionan dentro de cada una de ellas.

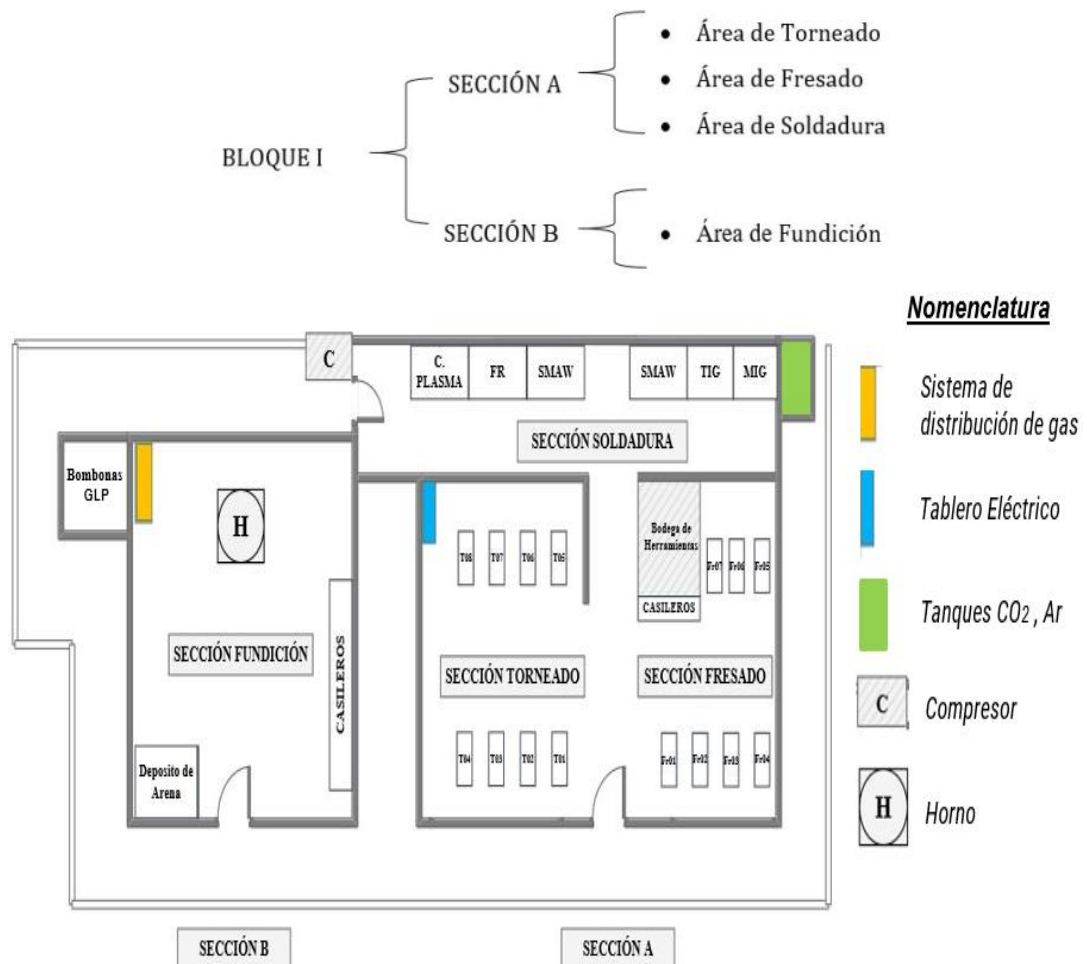


Figura 1. Esquema de planta de la distribución física del Bloque “I”
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

1.2 Breve historia del mantenimiento

El mantenimiento se remonta desde épocas primitivas por los seres humanos, debido a que realizar acciones tales como afilar armas, herramientas de trabajo, coser, recomponer su vestimenta y sus carpas, entre otras actividades que pudiera intervenir la reparación de artefactos [1].

A partir de la Segunda Guerra Mundial, se comienza a manejar el concepto de fiabilidad, lo cual genera que en el Área de Mantenimiento no solo se busque una solución a las averías o problemas que se producen en las maquinas o equipos sino también de tratar de prevenir estas debido a lo cual se busca aumentar la fiabilidad en los procesos de producción para así obviar pérdidas por averías y costos relacionados. Como consecuencia de esto comienzan a aparecer nuevas metodologías de mantenimiento, cada uno aplicado a una necesidad en concreto dentro de la industria las cuales son: el Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Proactivo mientras que en la actualidad la Gestión de Mantenimiento Asistida por Computadora , el Mantenimiento Basado en Fiabilidad y el Mantenimiento Productivo Total, son los más utilizados para lograr optimizar los recursos; además de satisfacer las necesidades de mantenimiento de cada equipo o máquina tomando en cuenta ya no solo un plan de mantenimiento, sino abarcar todo esto en un sistema de mantenimiento el cual logré incluir a cada uno de los involucrados desde los operadores, hasta personal de logística y demás [2].

1.2.1 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es el trabajo no programado que se realiza debido al desgaste de la vida útil de los mecanismos o componentes que tiene una máquina o equipo con el objetivo de restaurar la parte dañada, para así poder nuevamente poner en operación a la máquina. Las principales causas que pueden generar paradas imprevistas son: la ausencia de mantenimiento en los equipos, utilización de los equipos en condiciones inadecuadas de trabajo, problemas con la fabricación de piezas dentro de la máquina y un mal uso de la maquinaria por parte del operario [3].

1.2.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo mantener el funcionamiento de los equipos o maquinaria en estado de operación mediante la supervisión de planes a

realizarse en puntos específicos. Este tipo de mantenimiento también se lo conoce como mantenimiento planificado, debido a que se usa los datos que se encuentran dados por parte de los fabricantes, además de utilizar las estadísticas sobre las averías más comunes dentro de los equipos. Esto genera un conjunto de procedimientos que se ejecutan en las fechas planificadas lo cual busca evitar las paradas no programadas, las cuales principalmente se dan debido a que los operarios trabajan en los equipos hasta que surja algún tipo de fallo, además este tipo de mantenimiento es utilizado en actividades que involucran mínimas reparaciones o en el cambio de piezas previamente programadas, así también como en actividades relacionadas como son: lubricación, limpieza, ajuste, reajuste, reparaciones pequeñas y calibraciones [4].

1.2.3 Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo se usa de forma anticipada para que no interfiera con la producción o de una manera invasiva a la máquina, el cual consta de la ejecución de una serie de ensayos no destructivos mismo que sirve para dar un correcto seguimiento del funcionamiento de la maquinaria o equipo y detectar algún problema que exista en cierta parte específica logrando así tener una mejor noción y poder programar de mejor manera un plan de mantenimiento correctivo que se ajuste a las necesidades de los equipos, además se debe conocer todos los factores o variables que intervienen en la producción dentro de una empresa para así poder predecir fallas antes de que estas se produzcan, entre las técnicas más utilizadas se encuentran el análisis de vibraciones , termografía , análisis por ultrasonido (UT), utilización de rayos X entre otros [5].

1.3 Mantenimiento basado en TPM

El Mantenimiento Productivo Total o como comúnmente se lo conoce TPM, es un enfoque que se centraliza en el soporte al mantenimiento predictivo. Este sistema se encarga de evitar pérdidas durante la vida útil de un sistema de producción que pueden estar asociadas con calidad, costos, etc. Pues su objetivo es que exista un mejor rendimiento de las instalaciones, es decir que exista una colaboración por parte de todo el personal, desde el operador hasta el área de gerencia, solo así se logrará que no se originen averías o defectos [6].

El término TPM engloba tres enfoques:

- **T** que proviene de la palabra “total” que tiene como significado todas las actividades que se realizan por parte de los colaboradores que trabajan en la empresa y hay tres aspectos clave que son: participación del personal, eficacia total, sistema de gestión del mantenimiento enfocado en la prevención [7].
- **P** que proviene de la palabra “productivo” que tiene como significado la productividad de los equipos [7].
- **M** que proviene de la palabra “malajemente y mantenimiento” tiene como significado las actividades de dirección y evolución de una empresa [7].

1.3.1 Características del TPM

El TPM tiene como característica los objetivos cero, es decir que cualquier actividad debe tener como norma el valor de cero, por ejemplo: cero averías, cero despilfarros, cero accidentes, etc. Pues primero su objetivo es el de impedir que alguna falla o problema ocurra, y segundo, si acontece ya el problema se pierde productividad al tener que resolverlo. Por este motivo el TPM se fundamenta en tres grandes principios para así lograr la prevención que se busca. Los principios son los siguientes [7]:

- Mantenimiento de las partes fundamentales dentro del proceso productivo. Por lo cual, se debe impedir el desgaste temprano de la máquina mediante la planificación y ejecución de un mantenimiento que maximice la vida útil y la disponibilidad [7].
- La pronta identificación de anomalías o fallas, ya que afectan las condiciones normales de operación y genera un resultado económico negativo del proceso productivo, al incurrirse en mayores gastos [7].
- La acción correctiva de manera rápida ante la identificación temprana de averías, la empresa debe disponer de un plan de acción competente, ágil y flexible con el objetivo de eliminar las incómodas causas de variabilidad, antes de que estas produzcan averías en los equipos [7].

1.3.2 Pilares del Mantenimiento TPM

El postulado teórico en el que se fundamenta el TPM hace referencia a una serie de procesos necesarios o pilares que sustentan la edificación de un modelo de producción preventivo, los cuales son ocho y se detallan en la figura 2 [8]:



Figura 2. Pilares dentro del Mantenimiento TPM.
Tomado de: Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM [8]

a) Mejora enfocada o Método Kaizen

En este primer pilar del TPM se necesita el compromiso y colaboración de diferentes áreas dentro del proceso productivo que engloba de la industria, en fin de buscar aumentar la efectividad de los equipos o maquinaria que se usen para dicho proceso, esto se logra a través de un trabajo bien organizado con respecto a los equipos y buscando eliminar de manera total las pérdidas existentes en los diferentes procesos que se realizan dentro de las plantas industriales [8].

La metodología TPM muestra seis tipos de pérdidas que se pretender eliminar dentro de los procesos de producción de la industria los cuales son los siguientes [8]:

- Fallas en las principales maquinas del proceso productivo.
- Cambios, reajustes y ajustes no programados.
- paradas menores innecesarias.
- disminución de velocidad.
- Defectos durante el proceso productivo.
- Pérdidas de arranque.

b) Mantenimiento autónomo o Jisho Hozen

El mantenimiento autónomo tiene su esencia en el conocimiento del operador acerca del estado de su máquina o equipo como son los sistemas mecánicos, eléctricos o electrónicos, aspectos operativos, cuidados, conservación, manejo, averías, etc. Este conocimiento ayuda a los operarios a entender el grado de importancia que tiene el mantener las buenas condiciones de trabajo, la importancia de realizar inspecciones preventivas antes de la jornada de trabajo para así evitar fallas de mayor complejidad en las máquinas [8].

El mantenimiento autónomo busca prevenir fallas mediante la implantación de un sistema básico que consta de [8] :

- Limpieza.
- Reducción de fuentes de suciedad y contaminación.
- Aplicar técnicas de inspección general.
- Aplicar técnicas de auto inspección.
- Estandarización de procedimientos.
- Control de objetivos.

c) Mantenimiento programado

El mantenimiento programado fundamenta su plan de acción en el comprender el entorno que está presentando la maquina teniendo en cuenta el equilibrio entre costo-beneficio. También tiene como objetivo el de conservar los equipos en buenas condiciones de operación por medio de actividades sistemáticas y metódicas para así evitar fallas en los equipos con el fin de no tener paradas innecesarias. Para evitar esto, se establecen unas recomendaciones las cuales son las siguientes [8]:

- Establecer planes de acción para los inconvenientes diarios.
- Programa y ejecutar planes de mantenimiento propuestos.
- Mejorar la vida útil de los equipos e instalaciones.
- Inventario de repuestos.
- Perfeccionar el análisis, capacidad de diagnóstico y prevención de averías.
- Programar y ejecutar planes de lubricación.

d) Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen.

El mantenimiento de calidad tiene como objetivo mejorar la calidad y reduciendo la variación en el producto final, enfatizando en el seguimiento y cumplimiento de las normas que las rigen, controlando las correctas condiciones de los elementos y equipos que están involucrados directamente en el proceso productivo para así asegurar la calidad del producto final. Sin embargo, dentro del proceso de producción se pueden presentar inconvenientes como averías que no conllevan a que la maquinaria se detenga necesariamente, no obstante, esto también produce efectos negativos debido al cambio de las especificaciones y características en el producto final [8] .

Para conseguir un cumplimiento de las normas de calidad se toman las siguientes medidas [8] :

- Ejecución de tareas de mantenimiento encaminadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad [8] .
- Prevenir desperfectos en cuestión de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para “cero defectos” y que estas se hallan dentro de normas técnicas [8] .
- Prestar atención a las variaciones de las características que pueden presentar los equipos con el objetivo de prevenir defectos y tomar acciones preventivas para eliminar una anomalía potencial [8] .
- Identificar los principales componentes de la máquina o equipo que tienen una alta incidencia en la calidad del producto final y realizar el control los mismos [8].

e) Prevención del Mantenimiento

Este pilar de prevención se trata acerca de las actividades que se pueden mejorar durante la etapa de diseño, construcción y puesta a punto dentro de los equipos. Con esto las empresas pretenden adquirir nuevos equipos, lo cual general que se use el historial de las maquinarias que poseen [8]. Esto lo realizan con el fin de poder identificar las mejoras en el diseño y así lograr minimizar al máximo las posibles causas de averías que se pueden presentar al momento de que la máquina es encontrada operando en el proceso de producción [8].

Las técnicas del mantenimiento preventivo se basan fundamentalmente en el concepto de la fiabilidad, para así lograr contar con una base de datos fiable sobre la frecuencia de daños y reparaciones en los equipos [8].

f) Mantenimiento de áreas soporte

En este pilar se busca que las mejoras propuestas lleguen a los departamentos de gerencia, administrativos y que no solo sean actividades relacionadas con el personal de operación. El objetivo de estas mejoras es buscar un fortalecimiento en estas áreas, es decir que trabajen conjuntamente para así lograr una ponderación entre las actividades de la cadena de valor y las de soporte [8].

g) Polivalencia y desarrollo de actividades.

Con este pilar se busca ver la forma correcta de analizar y ejecutar de acuerdo a las condiciones determinadas para el buen funcionamiento de los procesos dentro de la producción. a través del conocimiento adquirido durante el trabajo diario y el paso de los años [8].

El TPM requiere de un personal que tenga las siguientes destrezas para una buena ejecución en sus funciones:

- Habilidad para identificar y descubrir fallos o problemas en los equipos.
- Captar el funcionamiento de la maquinaria.
- comprender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder de considerar y solucionar problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos
- Capacidad para asimilar el conocimiento e instruir a sus otros compañeros.
- Destreza para trabajar y cooperar con sitios relacionados con los procesos industriales [8].

h) Seguridad y entorno

El objetivo de este pilar es el tener “cero accidentes” y “cero contaminaciones”, con el fin de tener un entorno más puro, seguro, higiénico y con todos los requisitos de cuidado ambiental, para así generar un mejor ambiente laboral [8].

Las acciones que se toman para lograr el cumplimiento de cero accidentes y contaminaciones son los descritos a continuación:

- Instituir medidas de seguridad del equipo.
- Conseguir ambientes laborales más seguros.
- Mejorar el entorno laboral
- Evitar la contaminación del medio ambiente.
- Preocuparse por la salud de los trabajadores.
- Promover valores de limpieza e higiene [8].

1.3.3 Indicadores utilizados en TPM

Un indicador es la medición cualitativa del comportamiento y desempeño de un sistema de producción o proceso el cual puede ser comparado con una referencia dada, detectando desviaciones las cuales después de un análisis se pueden tomar medidas correctivas y preventivas [9].

Se utilizan indicadores en la gestión con el objetivo de verificar si el desempeño organizacional se lo va realizando de forma correcta, por lo cual se hacen mediciones de los procesos para así tener un mejor control, y verificar que las acciones que se están realizando se están cumpliendo dentro de los parámetros establecidos.

1.3.3.1 Tipos de indicadores

El TPM está orientado para crear un sistema de gestión que busca la mayor eficiencia dentro de todo el sistema de producción dentro de una planta o donde se lo implemente, por lo cual, dado los indicadores de eficiencia el TPM se puede clasificar en siete tipos de indicadores que son los siguientes [10]:

- Indicadores de gestión
- Indicadores de eficiencia de planta
- Indicadores de calidad y ahorro de energía
- Indicadores de mantenimiento
- Indicadores de salud, seguridad y entorno
- Indicadores de clima laboral.

a) Indicadores de gestión

Este tipo de indicadores ayudan a agrupar muchas actividades individuales. Los resultados de este indicador permiten ver como esta metodología de sistema de gestión ayuda a la mejora de la utilidad de la empresa u organización. Para alcanzar este objetivo se definen políticas de TPM basado en la política general de la empresa en la cual se está implementado. Para que tenga éxito se debe asegurar que cada departamento dentro de la empresa entienda claramente cuáles son sus responsabilidades y cuáles son los objetivos a cumplir. Por lo cual al momento de valorar los resultados y controlar las actividades en un rango de seis meses, es fundamental para afirmar que el programa TPM está ayudando a la mejora del desarrollo de la planta o en donde se esté implementando [10] .

b) Indicadores de eficacia de planta

En el TPM es muy complicado de evaluar en un proceso total, especialmente si este es continuo y se compone de muchos sub procesos. Por lo tanto, lo que se hace generalmente es dividir el proceso general para tener un mejor control y así poder evaluar objetivamente [10].

Este es un macro indicador el cual se sub divide en tres indicadores que son los siguientes [10]:

- Disponibilidad
- Tasa de rendimiento
- Tasa de calidad

c) Indicador de calidad y ahorro de energía

En la industria existen varios tipos de indicadores, pero hay que tener en cuentas cuales son los indicadores precisos, ya que estos están relacionados claramente con el coste de producción [10].

d) Indicadores de mantenimiento

En este tipo de indicadores se debe tener en consideración dos elementos muy importantes:

- En primer lugar, la fiabilidad y la conservación de los equipos son pilares fundamentales en el proceso, los cuales deben ser evaluados periódicamente

para así comprobar su contribución a la eficiencia de la planta y a la calidad del producto.

- En segundo lugar, se valora la eficacia en las distintas tareas de mantenimiento [10].

En la industria es importante ver la eficiencia del gasto de presupuesto en el área de mantenimiento, motivo por el cual se utilizan indicadores debido a que permiten tener un mejor panorama de cuáles son los métodos más fiables y económicos cuando se necesita realizar el respectivo mantenimiento a la maquinaria [10].

e) Indicadores de formación y clima laboral

El TPM busca una mayor integración del todo personal en los procesos de producción, por ende, busca que los empleados puedan desarrollarse con capacitaciones, cursos y así lograr que estén motivados y seguros de sí mismos con la finalidad de tener el máximo provecho de su trabajo. Estos indicadores particularmente son importantes para la evaluación de la formación y el entorno laboral [10].

f) Indicadores de Salud, Entorno y Seguridad

Dentro de la industria la seguridad es una responsabilidad de todos, sin embargo, existen un comité de seguridad que generalmente son los encargados de recorrer las instalaciones para identificar las posibles causas de incidentes o accidentes y en el caso de requerirlo se toman medidas necesarias que impidan la repetición accidentes anteriores, para así lograr tener un ambiente laboral más seguro y confiable [10].

1.3.4 Clasificación de Riesgos

Los riesgos son eventos fuera de lo cotidiano, provocados dentro de un ambiente laboral donde se está involucrado con ciertos aspectos como maquinaria, herramientas, sustancias, condiciones de trabajo entre otras, debido a estas razones existen riesgos que pueden clasificarse respecto al origen que lo provoca, siendo estos los siguientes.

- a) Riesgo Físico:** Provocados por fenómenos físicos (ruido, radiación vibración).

b) Riesgo Mecánico: Provocada por una acción mecánica de componentes de máquinas, herramientas, o materiales proyectados ya sean líquidos o sólidos (atascamiento, cortaduras, caídas).

c) Riesgo Químico: Ocasionado por la exposición de agentes químicos (inhalación de gases tóxicos, contacto con sustancias corrosivas o ácidos)

d) Riesgo Biológico: Debido a la presencia de micro-organismos patógenos (contagio de enfermedades, virus o toxinas, residuos sanitarios)

e) Riesgo Ergonómico: Se debe al mal posicionamiento del cuerpo humano para realizar alguna actividad de trabajo (malas posturas, realizar tareas repetitivas, realizar excesivo esfuerzo para levantar objetos).

f) Riesgo Psicosocial: Se debe por formas indebidas de socializar con el personal (bullying, abuso de poder, excesivas jornadas de trabajo, acoso sexual).

1.4 Máquina Herramienta

Mucho antes de que tuviera auge la revolución industrial, cuando el hombre ya no era capaz de realizar algunas tareas con sus propias manos, se contempló la necesidad de buscar ayuda de algún objeto o dispositivo; así fue como nacieron las herramientas que inicialmente eran muy rudimentarias debido a su proceso de fabricación, una simple definición, nos dice que “las herramientas son una prolongación de la mano del hombre”. Las herramientas están diseñadas en función de los materiales (tanto en su fabricación, como con el material con el que se trabajará), mientras las máquinas herramientas tienen como objetivo la realización de distintas operaciones tales como: (agujerear, cortar, pulir, torneear, fresar, conformar, doblar, barrenar etc.) [11].

1.4.1 Definición

Máquina herramienta, es un tipo de máquina que cuenta con una herramienta dentro de su diseño estructural la cual utiliza una fuente de energía distinta del movimiento humano, generalmente convierten energía eléctrica en mecánica, aunque también puedan ser impulsada por personas (manual) o alguna energía alternativa como energía química (combustible), cuando no existe ninguna otra fuente de energía [12].

1.4.2 Principales componentes de una Máquina Herramienta

En la Tabla 1 se describe los componentes, actividades y principios que distinguen y caracterizan a una Máquina/ Herramienta.

Tabla 1. Descripción de las principales partes de una Máquina Herramienta

Parte	Función
Base	<p>Sostiene y fija a la máquina sobre el piso, una mesa o su propia estructura. Existen tres tipos fundamentales de bases:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Anclada al piso o cimentadab) Soporte sobre mesa o bancoc) Integrada al cuerpo de la máquina
Tren motriz	<p>Da movimiento a las diferentes partes de las máquinas, por lo regular se compone de las siguientes partes:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Motor o motoresb) Bandasc) Poleasd) Engranajes o caja de velocidade) Tornillo sin fin
Cabezal fijo y husillo principal	<p>Se ubican todas las partes móviles que generan el movimiento del husillo principal. El husillo principal es el aditamento en el que se colocan los sistemas de sujeción de las piezas a trabajar</p>
Sujeción de piezas de trabajo	<p>Fija a las piezas que se van a trabajar, tanto a las piezas que giran como a las fijas, así se tiene:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Mandrilesb) Fijadores de arrastrec) Prensasd) Conos de Fijacióne) Mordazas
Sujeción de herramientas	<p>Fijan a las herramientas que desprenden las virutas y dan forma, las principales son:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Porta herramientasb) Barras porta fresasc) Broqueros
Enfriamiento	<p>Dotan de líquidos o fluidos para el enfriamiento de las herramientas y las piezas de corte y están dotados de un sistema de bombeo de conducción y recolección de líquidos.</p>

Mecanismos de avance y/o penetración	<p>Permiten o dotan de movimiento a las herramientas para lograr el desprendimiento continuo de virutas, los principales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Carros porta herramientas b) Brazos porta buriles o fresas c) Husillos de casco o de deslizamientos (taladro)
Mecanismo de control semi automáticos o automáticos	<p>Inician o interrumpen una acción de movimiento de una o varias partes de las máquinas, estas pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Tornillos sinfín conectados a engranes y partes móviles de las máquinas b) Topes de señal para micro interruptores c) Motores de paso a paso d) Unidades lectoras de cinta e) Unidades receptoras de señales digitalizadas de computadoras CAM f) Sistemas de alimentación de material g) Sistemas de alimentación de herramientas h) Sistemas de inspección automáticos

Tomado de: Procesos de Manufactura [13]

1.5 Torno Mecánico

Las máquina-herramientas más utilizadas para el mecanizado por arranque de viruta son los tornos. Un torno es una máquina herramienta la cual hace girar la pieza de trabajo en sentido contrario al de una herramienta de corte siendo estas usualmente fabricada con aceros rápidos HSS o carburos metálicos (Widia). A medida que la herramienta cortante se mueve longitudinal y transversalmente respecto al eje de la pieza de trabajo, la pieza va tomando la forma requerida por el operario al momento de mecanizar. Para determinar el tamaño del torno se tienen en consideración alguna magnitudes de relación básicas en los dimensionamientos de su diseño estructural que a su vez determinan su capacidad de trabajo como se muestra en la Figura 3 [14].

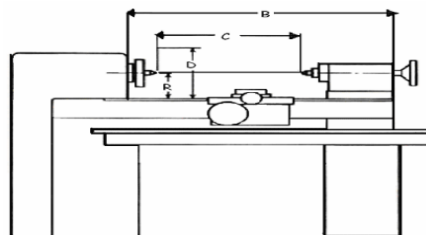


Figura 3. Relación dimensional de un torno
Tomado de: Torno Protocolo - Curso de Procesos de Manufactura [14]

Donde:

C: distancia máxima entre centros.

D: diámetro máximo de la pieza de trabajo

R: radio, medio volteo

B: longitud de la bancada.

1.5.1 Descripción de un Torno CN

En la Figura 4 se muestra en detalle las partes que componen un torno CN EMCO-MAIER modelo MAT-17D

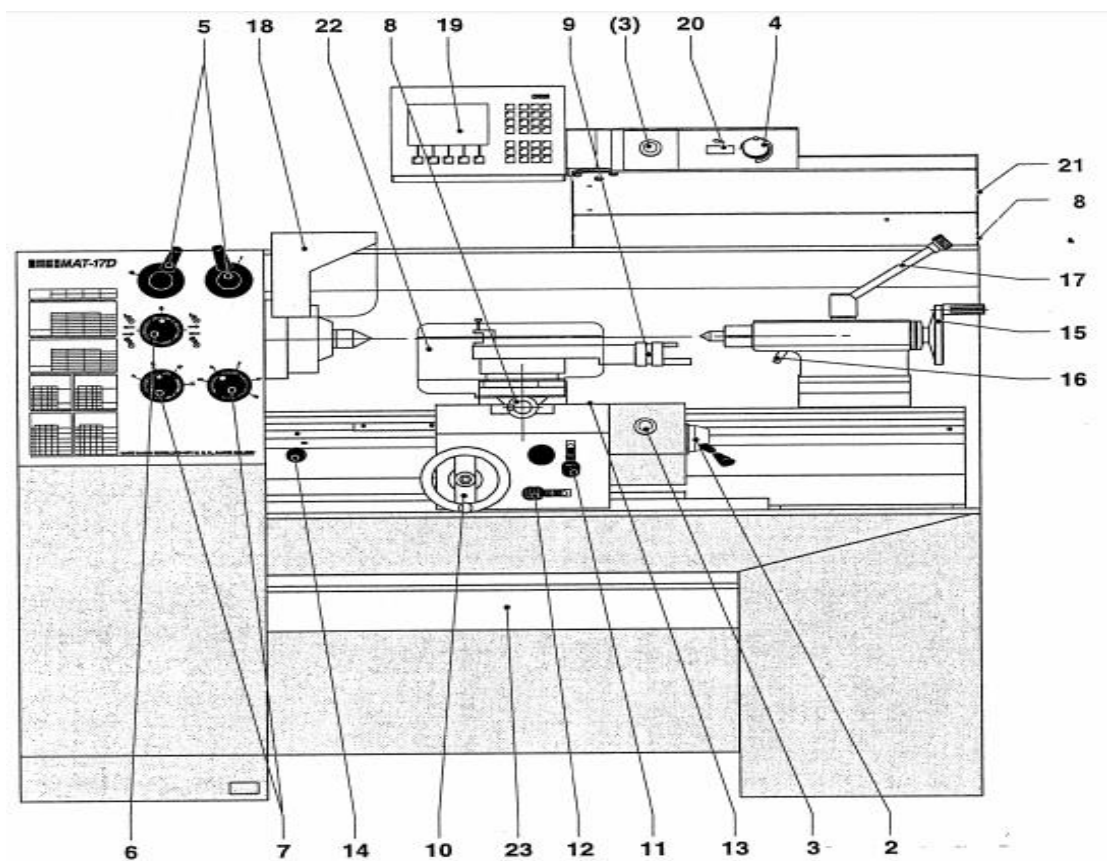


Figura 4. Partes componentes de un torno por control numérico
Tomado de: Torno [15]

1. Interruptor principal de la máquina (bloqueable)	13. Tornillo de bloqueo para deslizamiento longitudinal.
2. Encender / apagar el husillo principal en el sentido de las agujas del reloj / en sentido contrario a las agujas de reloj.	14. Botón de control para activar y desactivar el husillo principal
3. Controlador para velocidad de rotación	15. Volante para manguito de contrapunto.
4. Palanca para conmutar las velocidades del husillo principal.	16. Palanca de sujeción de la manga.

5. Botón de control para la dirección de alimentación (torno).	17. Palanca para sujeción del contrapunto.
6. Perillas de control para cambiar los tamaños de alimentación y pasos de rosca.	18. Protección de mandril con final de carrera.
7. Volante para deslizamiento transversal (eje X).	19. Pantalla de medición de trayectoria digital.
8. Volante para deslizamiento superior (eje Z).	20. Pantalla digital de velocidad.
9. Volante para deslizamiento longitudinal (eje Z)	21. Interruptor para la bomba de refrigerante accesorio.
10. Palanca de avance para avance longitudinal y transversal.	22. Chapa de protección.
11. Elementos principales y operativos / descripción general.	23. Bandeja de viruta.
12. Mango de tuerca .	

1.5.2 Funcionamiento

El funcionamiento de un torno consiste en que el cabezal, dentro del cual gira el husillo, y dos grúas longitudinales y paralelas entre si respecto al husillo, en donde sobre la extremidad del husillo (cuello) va montado el plato universal, el plato de tres garras o el punto que sirven para centrar la pieza que se desea mecanizar y comunicarle el movimiento de giro que le trasmite el motor eléctrico a través del accionamiento del mismo mediante el cambio de velocidades [16].

1.5.3 Características

Los tornos presentan ciertas características específicas y a su vez limitadas que las diferencias de otras máquinas herramientas, su principal característica se debe a que desprenden viruta de las piezas de trabajo que gira sobre su eje de rotación, porque lo cual su trabajo se distinguirá por la superficie circular que se obtendrá después del mecanizado, teniendo en cuenta su eje de rotación como centro referencial de giro. Existen ciertas operaciones de mecanizados que se pueden realizar tales como [14].

- Cilíndricos interiores, exteriores.
- Cónicos interiores, exteriores.
- Curvas, semiesféricas y formas irregulares

1.5.4 Actividades de Mantenimiento

La Tabla 2 describe las principales actividades de mantenimiento aplicadas frecuentemente a un torno, identificando las fallas y causas que provocan las averías más comunes dentro de su mecanismo, afectando el funcionamiento del mismo.

Tabla 2. Resumen de las principales actividades de mantenimiento

Tipo de Falla	Causa	Actividades de Mantenimiento
Falta de lubricación en mecanismos expuestos en niveles de aceite	Uso excesivo de la máquina / ausencia o falta de lubricación periódica	Lubricar los diferentes mecanismos de los ejes y almacenamientos que, de la bomba de engranajes, los canales y conductos necesarios que culminan en guías y husillos con abundante rozamiento y fricción.
Pernos allen con cabeza sin forma (destruida)	Uso excesivo y aplicación de fuerza más de la necesaria para ajuste o desajuste de los pernos.	Sustitución de tornillos con vida útil terminada por nuevos pernos Allen.
Freno de pedal se detiene únicamente al presionarlo hasta su límite.	Falta de regulación periódica del sistema de freno de pedal.	Regular el mecanismo (de bandas) de la barra de freno tipo pedal para detener la máquina herramienta.
Barra de freno tipo palanca de cabeza móvil no cumple su fin.	Falta de ajuste periódico del sistema de detención de la cabeza móvil.	Ajustar el mecanismo (de pernos) de la palanca de freno para frenar totalmente a la cabeza móvil y mantenerla estática.
Juego de movimiento en carros: transversal, longitudinal y diagonal	Uso excesivo de la máquina sin existir un ajuste habitual necesario del mecanismo de avance.	Ajustar el mecanismo (de pernos) de las palancas respectivas en las cajas de movimiento para así regular el mecanismo de avance y mantener estáticas las palancas si no existe movimiento producido.

Tomado de: Maquinas Herramientas [17]

1.6 Fresadora

Desde su invención a principios del siglo XIX, las fresadoras se convierten en máquinas básicas en el sector del mecanizado, son las máquinas/herramientas más polivalentes por la variedad de mecanizados que pueden realizar y la flexibilidad que permiten en el proceso de fabricación [18].

Una fresadora es una máquina utilizada para realizar procesos de mecanizados por arranque de viruta, mediante el movimiento de una herramienta rotativa provista de aristas cortantes dispuestas simétricamente alrededor de un eje denominada fresa que

es impulsada por un motor eléctrico, en estos equipos, además de las fresas, también se pueden utilizar otras herramientas como brocas, para perforaciones ; machos, para realizar roscados internos; peines, para roscados externos y piedras de distintas formas geométricas para rectificar, entre otros [19]

1.6.1 Descripción de Fresadora CN

Como se observa en la Figura 5 se detallan las partes de la fresadora CN EMCO-MAIER modelo MAT FB50-L

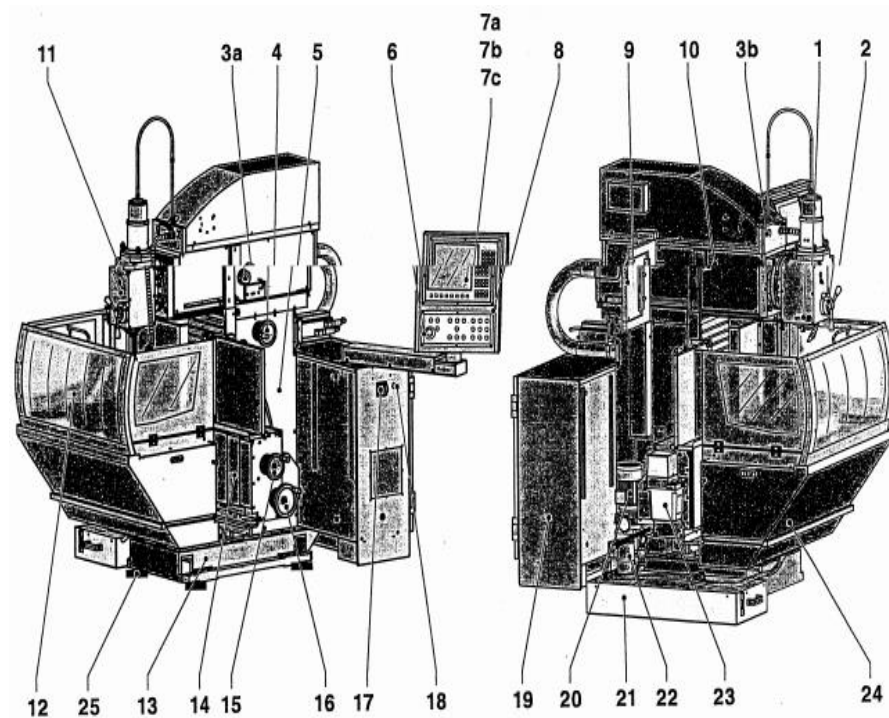


Figura 5. Principales componentes de una fresadora de control numérico
Tomado de: Diseño e Implementación de un Manual de Operación, Mantenimiento y Seguridad del Taladro Fresador [20]

1. Palanca de apriete pinola	12. Puerta de máquina con trampillas laterales
2. Palanca de taladro de la pinola	13. Sócalo
3a. Botón giratorio para sujeción de las herramientas (sin portaherramientas hidráulico)	14. Consola
3b. Tecla para sujeción de herramientas (con portaherramientas hidráulico)	15. Volante carro X
4. Volante carro Y	16. Volante carro Z
5. Montante	17. Interruptor principal (bloqueable)
6. Botón de PARADA DE EMERGENCIA	18. Puerto USB
7a. Control EMCO EASY CYCLE Fresar	19. Armario de distribuciones

7b. Control EMCO indicador digital de posición	20. Sist.hidrául.p.portaherramientas hidráulico
7c. Control Heidenhain TNC 320	21. Equipo refrigerante
8. Tablero de mando	22. Bomba de refrigerante:
9. Dispositivo de pivotaje cabezal vertical	23. Sistema de lubricación central
10. Cabezal del husillo	24. Bandeja colectora de virutas.
11. Cabezal portafresa vertical	25. Tacos niveladores (accesorios)

1.6.2 Funcionamiento

Generalmente, en cualquier tipo de fresadora la pieza se desplaza acercando sus zonas a mecanizar a dicha herramienta, con lo que se obtienen diferentes formas, su funcionamiento es sencillo donde del motor de accionamiento sale la cadena de transmisión (correas, engranajes, ruedas de fricción, etc.) que permite la transmisión de la potencia al cabezal de la máquina/herramienta, en el cual se genera el principal movimiento de rotación. Dicha rotación se realiza alrededor del eje principal, o husillo, de la máquina. La sujeción de la herramienta a la máquina suele realizarse mediante un eje porta fresas. La mesa de apoyo es el lugar indicado para la sujeción de la pieza a mecanizar [21] .

1.6.3 Características

Una máquina de fresar o fresadora es aquella máquina herramienta de movimiento continuo que cuenta con algunas características que la identifica de entre otras máquinas/herramientas por arranque de viruta misma que está destinada al mecanizado de materiales por medio de una herramienta de corte llamada FRESA la cual tiene un muy amplio grado de libertad de movilidad entre distintas direcciones lo cual la convierte en una maquina/herramienta muy versátil a la hora de mecanizar pudiendo llegar a realizar operaciones de fresado de superficies de las más variadas formas: [22]

- Planas
- Cóncavas - Convexas
- Ranuradas -Combinadas
- Engranajes
- Hélices.

1.7 Soldadura

El proceso de soldadura, consiste en la unión de dos piezas generalmente metálicas producida por el calor generado por un arco eléctrico, con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte. La energía eléctrica se convierte en energía térmica, pudiendo llegar hasta una temperatura de aprox. 4 000°C siendo esta suficiente para llegar al punto de fusión de los metales a ser soldados entre sí [23].

Siendo la soldadura un proceso de unión muy utilizado en la actualidad, existe varios tipos de procesos de soldadura, tales como:

- SMAW
- GMAW
- GTAW
- Soldadura mediante Fricción

1.7.1 SMAW

El proceso de soldadura SMAW (Shield Metal Arc Welding) traducida significa Soldadura manual de metal por arco, la soldadura por arco eléctrico manual con electrodo revestido, es un proceso de unión por fusión de piezas metálicas. Para lograr la unión de elementos metálicos, donde el calor se concentra en un arco eléctrico establecido entre los extremos de las piezas a soldar y una varilla metálica, llamada electrodo, produciéndose una zona de fusión que al solidificarse forma la unión permanente como se muestra en la Figura 6 [23].

El equipo consta de:

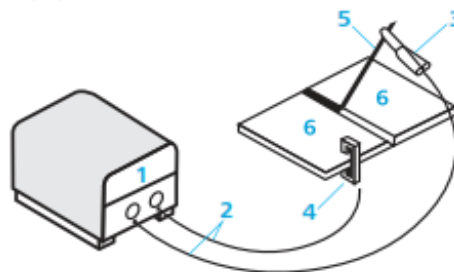


Figura 6. Equipo de Soldadura por Arco Eléctrico
Tomado de: Manual de Soldadura y Catálogo de Productos [23]

- | | |
|---|---------------------|
| 1. Generador de corriente (Fuente de poder) | 4. Masa o tierra |
| 2. Cables de soldadura | 5. Electrodo |
| 3. Porta-Electrodo | 6. Pieza de trabajo |

El Principio de funcionamiento de la soldadura por arco eléctrico consta en un circuito que se cierra momentáneamente, tocando con la punta del electrodo a la pieza de trabajo, y retirándola inmediatamente a una altura preestablecida de aproximadamente de 1,5 a 3 mm formándose de esta manera un arco. El calor funde un área restringida del material base y la punta del electrodo, formando pequeños glóbulos metálicos, cubiertos de escoria líquida, los cuales son transferidos al metal base por fuerzas electromagnéticas, con el resultado de la fusión de dos metales y su solidificación a medida que el arco avanza, según puede verse en la Figura 7.

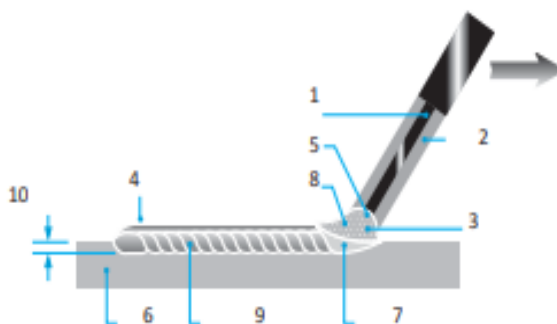


Figura 7. Esquema del proceso soldadura SMAW
Tomado de: Manual de Soldadura y Catálogo de Productos [23]

- | | |
|----------------------|------------------------------------|
| 1. Núcleo metálico | 6. Metal base |
| 2. Revestimiento | 7. Cráter del metal base en fusión |
| 3. Gota en formación | 8. Protección gaseosa |
| 4. Escoria | 9. Cordón depositado |
| 5. Arco eléctrico | 10. Penetración |

1.7.1.1 Especificaciones Técnicas

La Tabla 3 describe algunos valores técnicos comúnmente utilizados en este tipo de soldadoras que son designados por cada uno de los fabricantes, los valores presentados a continuación son únicamente una muestra referencial, que se tiene que tomar en cuenta, aunque estos pueden ir variando por algunos factores que intervienen directamente estos pueden ser: el tamaño de la soldadora, la marca comercial, condiciones de trabajo entre otros.

Tabla 3. Especificaciones técnicas de soldadora SMAW

Designación del Equipo	Soldadora SMAW
Alimentación /Frecuencia Eléctrica	115 V / 60Hz 230 V / 60 Hz
Ciclo de Trabajo	140 A / 25 V @ 18 % 225 A / 25 V @ 18 %
Consumo	50 A
Rango de Salida	35 - 140 A / OCV : 65V 40 - 225 A / OCV: 79 V

Tomado de: Lincoln Electric [24]

1.7.2 GMAW

La soldadura GMAW (Gas Metal Arc Welding) es un proceso de soldadura eléctrica protegida con gas, en el cual existen dos métodos de aplicación:

- MIG (Metal Inert Gas) el cual utiliza gases inertes como protección estos suelen ser argón (Ar), helio (He) o mezclas de ambos, (Ar-He).
- MAG (Metal Active Gas) por su parte se utiliza gas activo CO₂, debido a que genera mayor penetración de la soldadura.

El proceso de soldadura GMAW puede utilizarse con todos los metales comerciales importantes, como los aceros al carbono y de aleación, inoxidable, aluminio, magnesio, cobre, hierro, titanio y zirconio. A diferencia con la de electrodo revestido en la soldadura MIG/MAG, el metal de aporte es alimentado automáticamente por el equipo, según puede verse en la Figura 8 [25].

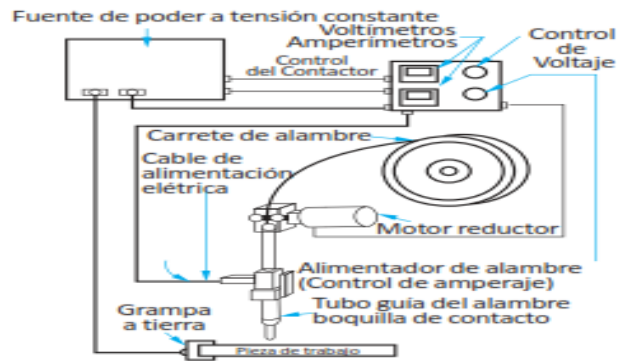


Figura 8. Esquema del Circuito de una soldadora GMAW
Tomado de: Manual de Soldadura y Catálogo de Productos [23]

Su funcionamiento establece un arco eléctrico en el cual el electrodo (metal de aporte) es alimentado de manera continua. La protección del arco, se da a través de un gas protector que puede ser inerte (Argón o Helio) proceso MIG; o activo (CO₂ o Mezcla Ar-CO₂) proceso MAG, como se muestra en detalle en la Figura 9.

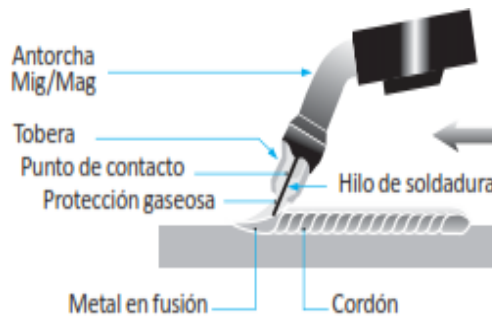


Figura 9. Representación esquemática del proceso de soldadura GMAW
Tomado de: Manual de Soldadura y Catálogo de Productos [23]

1.7.2.1 Especificaciones Técnicas

Dentro de la Tabla 4, se detalla las especificaciones técnicas recomendadas por el fabricante, para que el equipo funcione de la mejor manera a la hora de someterla a las condiciones de trabajo óptimas, tomando en cuenta los valores indicados en la siguiente Tabla:

Tabla 4. Especificaciones técnicas de soldadora GMAW

Designación del Equipo	Soldadora GMAW
Voltaje de Entrada (V)	1 fase 220V \pm 15%
Corriente de entrada (A)	29
Rango de Voltaje (V)	15 ~ 26V
Rango de Amperaje (A)	50 ~ 200A
Díámetro de Alambres	$\phi 0,030''/\phi 0,035''$
Ciclo de trabajo (%)	60% (a 200A)

Tomado de: Equipo Inversor West Arco Mig 200D [26].

1.7.3 GTAW

El procedimiento de soldeo GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) es un proceso mediante un arco bajo gas protector con electrodo no consumible, también llamado TIG (Tungsten Inert Gas), utiliza como fuente de energía el arco eléctrico que se establece entre un electrodo no consumible y la pieza a soldar, mientras un gas inerte protege el baño de fusión. El material de aportación, cuando se utiliza, se aplica por medio de varillas como en el soldeo oxiacetilénico. La Figura 10 muestra esquemáticamente los principios del proceso TIG [27].



Figura 10. Representación esquemática del proceso de soldadura GTAW
Tomado de: Manual de Soldadura y Catálogo de Productos [23]

1.7.3.1 Especificaciones Técnicas

En la siguiente Tabla 5 se detalla los valores óptimos para el correcto funcionamiento de una soldadora GTAW, cabe recalcar que dichos valores fueron obtenidos de una soldadora para procesos TIG únicamente como valores referenciales.

Tabla 5. Especificaciones técnicas de soldadora GTAW

Designación del Equipo	Soldadora GTAW
Voltaje de Entrada (V)	1 fase 220V 50Hz
Voltaje al vacío (V)	67 V
Rango de Amperaje (A)	3 ~ 220 ^a
Diámetro máx. de electrodo	4 mm
Ciclo de trabajo (%)	60% (a 150A)

Tomado de: Gama Esab de Equipos para proceso TIG [28].

1.7.4 Multiproceso

Actualmente la soldadura multiproceso es una fuente de poder que requiere una forma de fusionar los distintos tipos de soldadura en uno solo. Todo esto es posible únicamente integrando cada uno de estos procesos en una sola máquina a la cual se la conoce como soldadora multiprocesos, en la cual se puede realizar distintos tipos de procedimientos de soldadura tales como MIG, Electrodo Revestido y Soldadura TIG.

1.7.4.1 Especificaciones Técnicas

En el Tabla 6 se puede observar datos técnicos de operación de una soldadora multiproceso. Este equipo es muy versátil debido a que cuenta con más de un proceso de soldadura dentro de su estructura principal.

Tabla 6. Especificaciones técnicas de soldadora multiproceso

Designación del Equipo	Soldadora Multiprocesos
Voltaje de Entrada (V)	220V (Monofásico)
Consumo de corriente (A)	27
Rango de Trabajo (A)	20 -200 (MIG-MAG) 20 - 170 (ELECTRODO) 15 - 200 (TIG)
Diámetro de alambre (mm)	0.8 - 0.9

Tomado de: Soldador Inverter Multiproceso [29]

1.7.5 Soldadura mediante fricción FW

La soldadura por fricción FW (Friction Welding) es una técnica para unir dos láminas o placas por medios mecánicos donde la energía requerida para la soldadura (comúnmente química, eléctrica o ultrasónica) proviene de fuentes externas en la soldadura por fricción , el calor necesario para la soldadura se genera mediante la fricción la cual origina un incremento de temperatura entre ambas superficies debido al constante contacto (fricción) que tienen entre sí, haciendo que los materiales lleguen a su punto de fusión y logren de esta manera fundirse en un solo componente. La soldadura por fricción consta de un componente giratorio (mandril o motor) el cual debe de sujetarse con seguridad al plato o boquilla para que resista tanto el torque como las fuerzas axiales sin deslizarse. La presión en la superficie da como resultado la fricción resultante, produciendo suficiente calor para formar una unión fuerte. La Figura 11 muestra esquemáticamente la secuencia de operaciones en el procesos de soldadura por fricción [30].

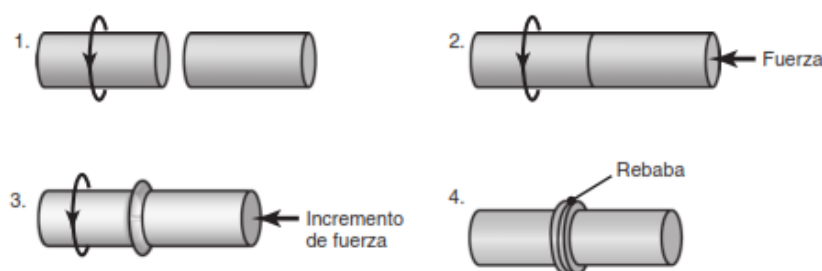


Figura 11. Secuencia de operaciones en el proceso de soldadura por fricción
Tomado de: Manual de Soldadura y Catálogo de Productos [23]

1.8 Proceso de Fundición

El proceso de fundir consiste en una serie de pasos secuenciales realizados en un orden definido la fundición es uno de los procesos de manufactura más utilizados actualmente se considera que aproximadamente el 90 % de productos terminados se realiza por el método de fundición de metales. En un principio se sobrecalienta el metal hasta que eventualmente llega al punto de fusión es decir se funde, posteriormente el metal líquido (colada) fluye por efecto de la gravedad u otra fuerza externa (inyección) que lo impulsa dentro de un molde el cual generalmente es de arena o metálico siendo este último conocido como coquilla, una vez dentro del mismo se comienza el proceso de solidificación y finalmente toma la forma de la cavidad del molde. La Figura 12 muestra esquemáticamente el proceso de fundición [31].

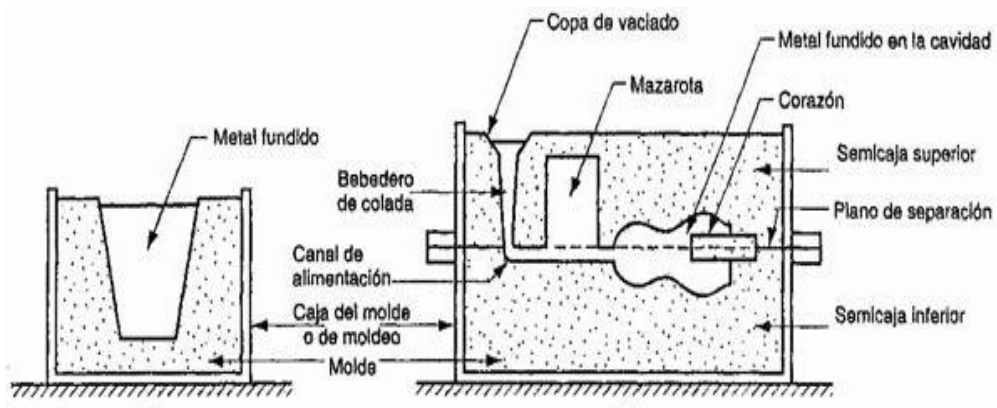


Figura 12. Esquema del proceso de fundición en arena

Tomado de: Construcción de un molde metálico (coquilla) con noyo para la fundición de aleaciones de aluminio [31]

1.8.1 Horno Crisol

Un horno de crisol promueve la transferencia de energía (calor) a un metal contenido en un recipiente conductor del calor y resistente a la acción de altas temperaturas denominado crisol mismo que se coloca dentro de los hornos para que reciba el metal fundido, como se muestra en la Figura 13. Normalmente está hecho de grafito con cierto contenido de arcilla y puede soportar materiales a altas temperaturas como el bronce fundido, o cualquier otro metal, normalmente a más de 500 °C, posteriormente es vertido a un molde previamente preparado. Los hornos de crisol trabajan por combustión de gas natural o GLP el cual calienta el crisol que contiene el metal fundido, en la Figura 13 se puede observar un modelo de horno de crisol removible, cabe recalcar que el crisol se apoya sobre una base que está hecha también en material refractario logrando así concentrar de formar más eficiente el calor en su interior [32].

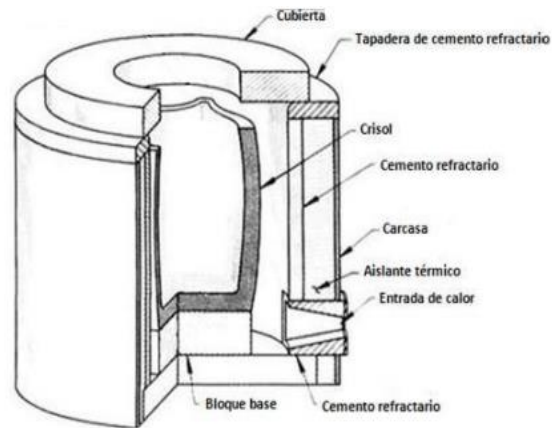


Figura 13. Horno estacionario con crisol removible
Tomado de: Diseño y Construcción de un horno de crisol para aleaciones no ferrosas [32]

1.8.1.1 Quemador

El quemador es un aparato muy importante dentro del proceso de fundición de metales es utilizado principalmente por los hornos de fundición para generar una llama y de alto rendimiento, temperatura requerida y bajos niveles de NOx(óxido de nitrógeno) y CO, usualmente el quemador se alimenta con una corriente de aire forzada por un soplador eléctrico, de esta forma se puede utilizar un mayor flujo de combustible, y con ello incrementar notablemente la fuerza de la llama con respecto al combustible que utiliza este tipo de quemadores se puede utilizar combustibles líquidos (por ejemplo, un derivado poco volátil del petróleo) sin embargo lo más práctico para el horno de fundición es usar gas del tipo GLP (generalmente usados en estufas domésticas), debido a que no requiere precalentamiento (gasificación) y se mezcla perfectamente con el aire, dado su estado físico gaseoso, además es de suma importancia que el aire y el combustible se mezclen internamente previo a la ignición de la mezcla, de esta forma la combustión es más eficiente y el calor generado es superior. La Figura 14 muestra en detalle la función del quemador en el proceso de fundición [33].

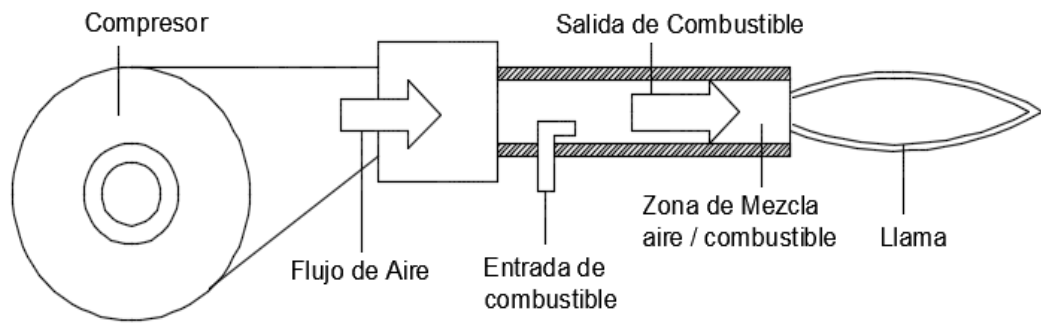


Figura 14. Esquema de un quemador utilizado en proceso de fundición
Tomado de: Conformado de una pieza de aluminio [33]

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA

En este capítulo se detalla de forma estructurada y organizada la metodología y herramientas aplicables para el Desarrollo del Plan de Gestión de Mantenimiento, por lo cual su fundamentación metodológica se basará principalmente en el TPM, el cual es un proceso sistemático utilizado para asegurar y satisfacer continuamente las funciones dentro de un proceso productivo, además tiene un enfoque estructurado que aporta con la realización de un programa de mantenimiento óptimo desarrollado para lograr, una mejora de la confiabilidad y operatividad de los equipos y máquinas.

Para lograr el desarrollo óptimo del plan de gestión se requiere realizar la selección de indicadores que permitan observar las principales causas de falla de los equipos, rendimiento de los mismos y/o recursos utilizados durante el mantenimiento, la frecuencia en la cual se presenta una avería con proyección a establecer planes de acción que nos permitan mejorar los metodología de inspección y reparación correspondientes para tener un mejor desempeño, dichos aspectos ayudaran a dar respuesta a los inconvenientes a la inexistencia de un plan de mantenimiento dentro de los Laboratorios de Ingeniería Mecánica de la UPS.

2.1 Selección de Indicadores

Existen un sin número de indicadores aplicables a diferentes tipos de metodologías del mantenimiento pero cabe mencionar que se debe conocer las condiciones y limitaciones a las cuales estos se pueden o no aplicar, debido a esto existen indicadores que nos ayudan a determinar algún aspecto en concreto donde se debe delimitar una serie de parámetros que nos permitan valorar los resultados, hay que ser cuidadoso a la hora de seleccionar dichos indicadores, puesto que se corren ciertos riesgos debido a que no todos son necesarios, por lo cual se debe elegir aquellos que sean verdaderamente ventajosos y aporten información valedera para así evitar convertirlos en una larga y tediosa lista de datos. Además, se tiene que tomar en cuenta que generalmente es necesario adaptarlos realizando pequeñas modificaciones si así se lo requiere con esto se lograra que estén mejor adaptados a las necesidades concreta de los equipos y máquinas del Bloque “I”.

La observación e indagación en la búsqueda de información necesaria respecto al mantenimiento de los equipos y máquinas del Bloque “I” fue obtenida por los registros e historiales de mantenimiento, por lo cual la selección de indicadores se debe principalmente a los datos existentes en ellas; de no haber ningún tipo de registro sobre algún valor o dato indispensable para el cálculo de los indicadores se tomara valores referenciales estándares citados en trabajos de investigación similares o en su defecto información de manuales de los equipos. En resumen, se debe contar con la siguiente información:

- Valores en periodos anteriores
- Objetivo definido

2.2.1 Disponibilidad total

La disponibilidad total de los equipos o máquinas hace referencia al tiempo total disponible en el cual pueden funcionar de forma óptima y continúa, realizando así las funciones para los cuales fueron diseñados, este indicador es el más importante en mantenimiento, ya que de este depende la productividad de una planta.

Si se realiza correctamente su forma de cálculo, es muy sencillo: es la razón entre el N.- de horas que un equipo ha estado disponible en producción y el N.- de horas totales durante un periodo de tiempo:

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ Totales} \quad (1)$$

2.2.3 Tiempo medio entre fallas MTBF

Conocer la frecuencia con la cual se presentan algún tipo de falla o avería es de suma importancia para así poder realizar paradas programadas y por consecuencia alargar el tiempo medio entre fallas. El MTBF (Mid Time Between Failure) es un indicador el cual determina el tiempo medio de ocurrencia por fallo o avería que se pudiera presentar imprevistamente.

$$MTBF = \frac{N^{\circ}\ de\ Horas\ Totales\ del\ periodo\ de\ tiempo\ analizado}{N^{\circ}\ de\ averías} \quad (2)$$

2.2.4 Tiempo medio de Reparación o MTTR

Existe un tiempo predeterminado desde el momento en el cual una falla o avería se produce hasta llegar a ser solucionado. Esto se da cuando algún elemento, componente o dispositivo dentro de un equipo o máquina deja de funcionar correctamente por consecuencia de alguna falla o avería, el principal objetivo de mantenimiento es realizar las tareas necesarias de reparación para devolverlo a su estado óptimo de funcionamiento motivo por lo cual el indicador MTTR (Mid Time To Repair) en particular nos posibilita obtener información acerca de la importancia de los fallos que se produce en un equipo considerando el tiempo medio hasta que se solucione.

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de Horas de paro por avería}}{N^{\circ} \text{ de averías}} \quad (3)$$

2.2.6 Índice Mantenimiento Correctivo IMC

El IMC es un indicador que surge tras la necesidad de conocer el tiempo invertido en el mantenimiento correctivo de algún equipo o máquina, en donde se ve involucrado el porcentaje de horas necesarias en la ejecución de Mantenimiento Correctivo sobre el total de las horas invertidas en su ejecución.

$$IMC = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}} \quad (4)$$

2.2.7 Índice de Mantenimiento Programado IMP

El IMP esencialmente es un indicador que mide el porcentaje de horas necesarias de MP sobre las horas totales del mantenimiento independientemente que este no sea un mantenimiento programado, para implementación del IMP se debe de contar con un índice que detalle de forma ordenada la frecuencia con la cual se debe de ejecutar las tareas de mantenimiento específicas como por ejemplo (cambio de banda de distribución, lubricación de componentes móviles entre otros más) ,cabe mencionar que existen distintos tipos de tareas lo cual dependerá principalmente de la función que cumpla los equipos esto facilita la acción de poder planificar y organizar un buen plan de mantenimiento programado siendo esta primordial característica que lo diferencia del mantenimiento correctivo el cual se realiza al momento del fallo.

Su fórmula se detalla a continuación:

$$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento preventivo}}{\text{Horas totales deicadas a mantenimiento}} \quad (5)$$

2.2 GMAO

En la actualidad las industrias buscan economizar los recursos y en sí, aprovecharlos al máximo, por lo cual, el mantenimiento de las empresas no queda exenta de esta acción. Es así, que los softwares “GMAO” es utilizado de manera asistida como un medio para gestionar el mantenimiento. La Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador “GMAO” es una herramienta computarizada enfocada a la gestión de actividades de mantenimiento, que tiene una base de datos que abarca información de la empresa, bodega, equipos, trabajadores y operaciones que se llevan a cabo en el departamento de mantenimiento. Por lo tanto, este recurso permite un manejo adecuado y ordenado del mantenimiento realizándolo de una manera más óptima y sencilla [34].

La principal función de un software informático de mantenimiento es registrar la suficiente información que ayude a planificar y manejar el mantenimiento, por lo que principalmente se debe contar información sobres los modos de fallos, riesgos potenciales y técnicas de mantenimiento que se estén implementado en ese momento en los equipos y máquinas, donde en un futuro se pueda realizar modificaciones al software de mantenimiento para optimizarlo, mejorarlo y adecuarlo de mejor manera a las condiciones y exigencias de la maquinaria.

2.3 AMEF

El AMEF o como sus siglas lo indican Análisis del Modo de Efecto y Falla se trata de una técnica metódica que tiene el propósito de identificar y evaluar todos los modos potenciales de falla, sus posibles causas y efectos para prevenir o corregir las mismas a través de instaurar acciones específicas y formas de control. Este es un sistema estandarizado, que como se mencionó anteriormente permite identificar todas las piezas del proceso con el fin de controlar la probabilidad de existir una falla y en sí

reducirlo. Se considera una falla a la manera en que un elemento o un sistema puede fracasar en el cumplimiento de su función en el procesamiento [35].

Las principales causas de fallas son por lo general [36] :

- Por inconvenientes causados por fatiga, rotura, desgaste, repuestos defectuosos.
- Por el mal manejo de los equipos (por descuido, falta de capacitación, malas decisiones, cansancio, etc.).
- Errores en la verificación del funcionamiento, y falta de atención a alarmas.
- Por acciones correctivas mal hechas, que vuelven a provocar la misma avería.
- Por condiciones climáticas (frío, calor extremo, humedad, exceso de polvo, corrosión)
- Uso de suministros no apropiados (Ej. nivel equivocado de voltaje) [36].

La metodología AMEF cumple un procedimiento secuencial de pasos a seguir que ayudan a planificarlo correctamente, motivo suficiente por el cual es de suma importancia conocer cada uno de ellos para lograr tener un mejor entendimiento del entorno en el cual se va a desarrollar el software AMEF para las máquinas y equipos del Bloque “I”.

Siendo así se debe considerar los siguientes pasos:

a. Selección del grupo de trabajo

Con el fin de organizar lo requerido y por supuesto el permitir alcanzar la realización del servicio [37].

b. Establecer el tipo de AMFE a realizar, su objeto y límites

Vincular los requerimientos para lograr alcanzar los objetivos planteados en el desarrollo el Plan de Gestión de Mantenimiento en el Bloque “I” [37].

c. Aclarar las funciones del proceso / equipos y máquinas.

Disponer de información escrita y concreta sobre el objeto de estudio, especialmente a lo que describe las funciones de los equipos y máquinas [37].

d. Determinar los Modos Potenciales de Fallo

Los Modos de Fallo Potenciales se encuentran en relación a las funciones del caso de estudio, por lo cual se utilizará como ayuda varios datos, historiales de mantenimiento, recomendaciones del fabricante entre otras [37].

e. Determinar las Causa Potenciales de Fallo

Las Causas del fallo, puede ser directa o indirecta. Por lo cual, se deberá trazar un diagrama Causa-Efecto que permita un correcto análisis [37].

f. Identificar sistemas de controles presentes

Es relevante identificar el sistema de controles actuales pues su fin es prevenir las causas del fallo o en sí el resultado del modo de falla [37].

g. Determinar los índices de valoración para cada Modo de Fallo

Los índices de evaluación son tres:

Índice de Gravedad (G) inspecciona el nivel de afección de cualquier Fallo

Índice de Frecuencia (F) valora “la probabilidad que se produzca

Índice de Detección (D) valora el origen de cada Modo de Fallo [37].

h. Calcular los Números Prioridad de Riesgo en cada Modo de Fallo Potencial

Esto se lo hace mediante el cálculo del NPR multiplicado por los índices de Gravedad (G), Frecuencia de Ocurrencia (F) y de Detección (D) correspondientes [37].

i. Incluir los indicadores de MTBF y MTR

Los indicadores MTBF y MTR son de suma importancia para visualizar la frecuencia con la cual ocurre algún modo fallo y el tiempo que tarda en solucionarlo.

j. Proponer acciones de mejora

Las acciones de mejora se darán en función del grado de elevación del (NPR), estas acciones tendrán como objetivo el reducirlos.

El análisis y detección de fallas tiene un proceso lógico y coherente que determina su correcta aplicación, en la Figura 15 se describe el proceso a seguir en la circunstancia de presentar algún tipo de falla.

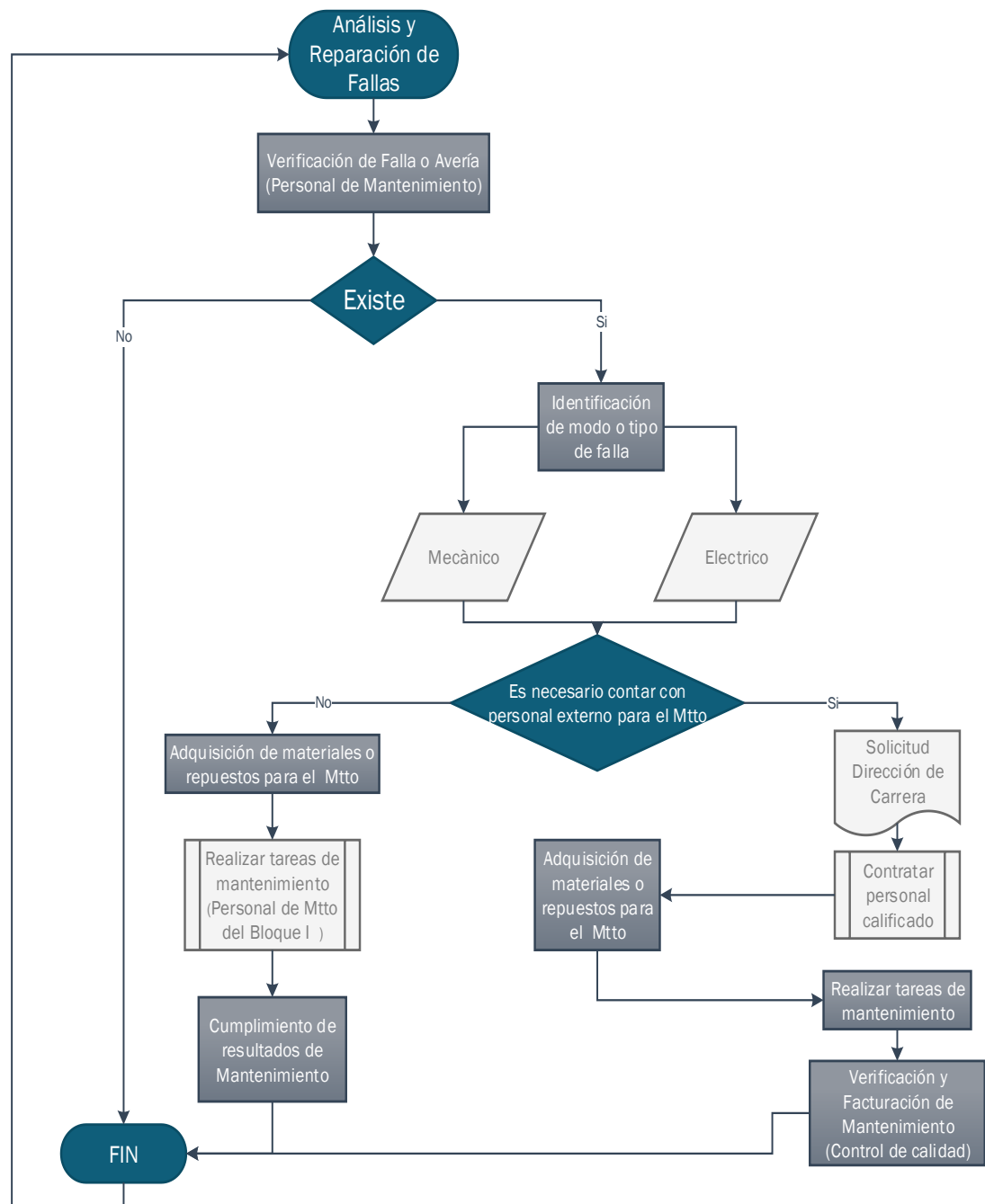


Figura 15. Gestión del Análisis y Reparación de Fallas
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Análisis de modo de fallas es un enfoque metodológico que tiene por objetivo identificar de manera oportuna las posibles fallas en equipos o maquinaria, para así poder disminuir el riesgo y efectos que tiene una parada inesperada en el proceso de producción.

Para realizar el AMEF a las máquinas de los Laboratorios de la UPS se va agrupar la maquinaria disponible según su importancia o versatilidad de la misma.

A partir del historial y registros de mantenimiento de los laboratorios, se puede observar las causas de las fallas existentes durante el tiempo de funcionamiento, una vez identificada la falla se debe ver cómo afecta al funcionamiento de la máquina y posteriormente buscar acciones para eliminar o reducir la ocurrencia de fallos en la maquinaria, el proceso del AMEF se puede ver detallado en la Figura.16.

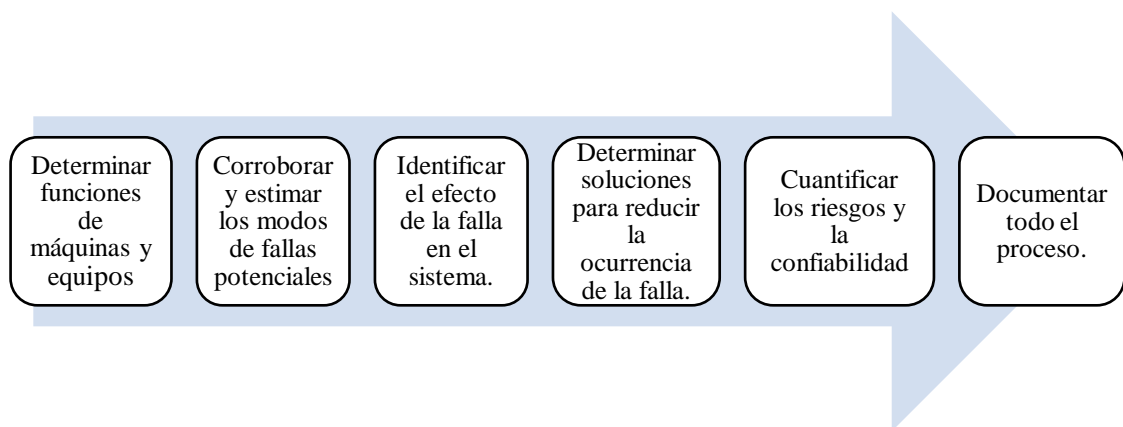


Figura 16. Secuencia del Análisis del Modo y Efecto de Falla
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

2.4 Formatos y Registros de Mantenimiento

Los formatos y registros de mantenimiento son comúnmente utilizados en la ejecución de las actividades o tareas de mantenimiento, donde se ven identificados las características de la maquinaria, especificaciones técnicas, guía del uso correcto de maquinaria, análisis de riesgos potenciales y demás información que nos facilite la aplicación del mantenimiento.

El personal encargado del mantenimiento del Bloque “I” debe de contar con la siguiente documentación para poder gestionar un correcto y adecuado mantenimiento de equipos y máquinas los cuales se ven mostrados a continuación:

- Plano de situación de Equipos y Máquinas.
Indica la ubicación y códigos de todos los equipos y maquinaria
- Listado de Equipos y Máquinas bajo Mantenimiento.
Inventario total de máquinas y equipos a realizar este procedimiento.
- Plan de Mantenimiento de Equipos y Máquinas
Plan donde se encuentran las tareas habituales de mantenimiento a realizar para reducir las fallas o averías no programadas que el equipo o máquina pueda presentar.
- Ficha Técnica de Equipos y Máquinas
Documento donde se encuentran los datos del equipo o máquina, tales como código, fabricante, y otros datos de interés, como número de serie, etc.
- Historial de Revisiones y Reparaciones
Formato en el cual queda registrado cada una de las acciones realizadas en el equipo o máquina, tanto si se trata de MP como MC.

2.4.1 Trazabilidad

Los formatos y registros de mantenimiento contarán con su respectivo código de trazabilidad que lo identificara de entre toda la documentación correspondiente al mantenimiento del equipo y máquinas misma que permite conocer el histórico, ubicación, trayectoria y aplicación de los procedimientos descritos en formatos y registros para facilitar la búsqueda de alguno de ellos.

2.4.3 Guía de Uso correcto de Equipos/Máquinas

Como nos indica su nombre, la guía del uso correcto de equipos/máquinas es un formato que tiene información acerca del procedimiento para la operación y uso correcto de la maquinaria, el mismo que debe de estar bien detallado y ordenado para que sea fácil de entender, en cada tipo de tarea o actividad a realizarse existe valores y datos necesarios que son de ayuda para poner en funcionamiento los equipos/máquinas, adicionalmente se debe tomar en cuenta que dentro de esta guía también se describe y especifica cada una de las herramientas que se deben utilizar.

La realización de una guía para el uso correcto de los equipos y máquinas del Bloque “I” será de suma ayuda dentro de los laboratorios, debido a que existirá un mejor manejo de los equipos y máquinas principalmente por parte de los estudiantes que muchas de las veces no cuenta con una guía que los ayude a aclarar dudas respecto al uso de la maquinaria, sumándose a esto existe un desconocimiento que de la mayoría de estudiantes sobre las herramientas que tienen que utilizar para poner en marcha el correcto funcionamiento de la maquinaria.

Su principal ventaja será la disminución de accidentes que se registran debido al desconocimiento de los factores ya anteriormente mencionados, además de prolongar la vida útil del equipo y máquinas, ya que estos funcionaran en un régimen óptimo de operatividad como lo recomiendan sus fabricantes.

2.4.4 Formato ART

El formato ART es una herramienta que ayuda a tener un control acerca de las actividades, riesgos y precauciones que existen dentro de los laboratorios. Para su uso se debe tener pleno conocimiento de que tipo de trabajo se va a realizar (trabajo en frío, en caliente, en altura, confinado a espacios reducidos entre otros), las personas que estén involucradas en el trabajo deben estar conscientes de los peligros que involucran sus acciones, el ART tiene una lista de precauciones las cuales minimizan el riesgo de algún incidente dentro del periodo que se esté ejecutando el trabajo. Todo esto es realizado con el objetivo de tener un ambiente más seguro de trabajo lo cual ayuda a cumplir el pilar de seguridad y entorno dentro del TPM.

2.4.4.1 Estimación de Riesgos

La estimación de riesgos en el trabajo se determina de forma ordenada y sistemática por el nivel de probabilidad e impacto de cada riesgo que se pudiere suscitar dentro de las instalaciones del Bloque I. Las Tablas 7 - 8 representan estos niveles de probabilidad de riesgo e impacto categorizada en valores correspondientes a su gravedad y repercusión del riesgo.

La Tabla 7, describe el formato de análisis donde se asignó una valoración numérica basada en la probabilidad de ocurrencia, la relevancia del impacto del riesgo clasifica la criticidad del mismo como se detalla en la Tabla 8, mientras tanto la Tabla 9 refleja

una matriz de cálculo para la determinar la valoración de los niveles de riesgos posibles, además de clasificarlos desde el más leve hasta el más crítico según su valor numérico.

Tabla 7. Valoración de la probabilidad de riesgo

VALOR DE PROBABILIDAD	NIVEL DE PROBABILIDAD	DESCRIPCION
1	BAJO	Es posible que ocurra en circunstancias excepcionales
2	MEDIO	Es posible que ocurra algunas veces
3	ALTO	Se espera que suceda en la mayoría de los escenarios

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 8. Valoración respecto el nivel de impacto

VALOR IMPACTO	NIVEL DE IMPACTO	DESCRIPCION
1	LEVE	*Pérdida insignificante menor grado de cumplimiento de metas y objetivos
2	MODERADO	*Pérdidas significativas, probabilidad de un alto grado de incumplimiento en metas y objetivos
3	CATASTROFICO	*Pérdidas altas, deterioro en imagen de la entidad, alto incumplimiento de metas y objetivos

*Las pérdidas pueden ser: económicas o por afectaciones contra la integridad de la persona.

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 9. Matriz de valoración del formato de análisis de riesgos

FORMATO DE ANALISIS				
PROBABILIDAD	VALOR	NIVEL DE RIESGO		
ALTA	3	15	30	60
MEDIA	2	10	20	40
BAJA	1	5	10	20
	IMPACTO	LEVE	MODERADO	CATASTROFICO
	VALOR	5	10	20

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

La estimación del riesgo se debe a sus niveles debido a lo cual es un parámetro de control que se puede interpretar como el producto entre la probabilidad e impacto

del riesgo dando como resultado un valor numérico pudiendo llegar entre 5 y 60 como se detallad de mejor manera en la Tabla 10.

Tabla 10. Clasificación de niveles de riesgos

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
NIVEL DE RIESGO	VALOR
ACEPTABLE	5
TOLERABLE	10
MODERADO	15-20
IMPORTANTE	30-40
INACEPTABLE	50-60

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

2.5 Plan de Mantenimiento

Un plan de mantenimiento es el conjunto de trabajos y actividades preventivas a realizar en un establecimiento; para la elaboración de un plan de mantenimiento básicamente se define un conjunto de tareas preventivas a ejecutarse en el establecimiento tomando muy en cuenta las recomendaciones del fabricante, basarse en protocolos genéricos o en su defecto en un análisis de fallos potenciales como un AMEF.

Las distintas máquinas que existen dentro de la sección A y B del Bloque “I” es necesario agruparlas según su grado de criticidad por lo cual se requiere realizar un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM con el fin de proporcionar un instrumento que permita prevenir la ocurrencia de falla, y detectar de manera anticipada las posibles fallas en los equipos para así poder programar la intervención del personal de mantenimiento para realizar su respectiva reparación y aumentar el MTBF disminuyendo las paradas inesperadas. Darles participación a los operarios (técnicos y estudiantes) en tareas preventivas como limpieza y lubricación.

a) Determinar objetivos y metas

Para iniciar un plan de mantenimiento es menester trazar y precisar que es lo que se busca obtener a través del mismo para planificar como se alcanzarán estos objetivos y metas, es recomendable ser más específicos en cuanto a los objetivos para que el plan se coordine de manera adecuada y efectiva [38].

b) Maquinaria y equipo a contener

Se basa en preparar un inventario que incluya toda la maquinaria y equipo disponible dentro del Bloque “I”. Además, esta debe contener todos los repuestos y consumibles que se utilizan en las intervenciones de mantenimiento, conjuntamente con datos importantes y si alguna máquina necesita algún tipo de mantenimiento en específico [38].

c) Revisar los mantenimientos previos realizados

Es relevante inspeccionar el historial de mantenimiento para planificar el plan de una manera más adecuada, por otro lado, si no se ha realizado ningún mantenimiento previo se debe iniciar de cero [38].

d) Analizar los manuales de los equipos

Los manuales que posee cada equipo contienen una gran fuente de información como: normas de seguridad, fechas de revisiones, tiempo de vida útil del equipo, recomendaciones de tipo de elementos que se deben utilizar en el mantenimiento, y algunas especificaciones por parte del fabricante, entre otros [38].

e) Designar a los responsables

Tener un listado de todos los operadores que están inmersos en el proceso de mantenimiento. La clasificación se dará en términos de grupos y especialidades, es decir que varios técnicos ejercerán dependiendo de su formación académica. Así mismo, el costo de mano de obra en base a horas normales y horas extras, siendo importante calcular las horas empleadas en el mantenimiento para conocer el coste de cada intervención [38].

f) Seleccionar el tipo de mantenimiento a realizar y planificarlo

Hay dos tipos de mantenimiento que se puede escoger, el primero es en base a periodos de tiempo y el segundo es en base a métricas e indicadores. Pero en sí lo esencial para planear el mantenimiento preventivo es tener en cuenta el periodo de tiempo de la realización de los trabajos, si son realizados con máquina en marcha o parada, si existe la oportunidad de realizar rutas de inspección para observar el correcto funcionamiento de la maquinaria y así poder predecir las posibles anomalías [38].

g) Revisión del Plan. Análisis e información

Al establecer un plan de mantenimiento preventivo se debe tener en cuenta que este debe ser activo y flexible a los cambios que pueden suceder relacionado a los informes de revisión del programa [38]-

2.5.1 Base de Datos

Una base de datos de mantenimiento tiene como objetivo primordial definir los ítems (equipos o máquina) del Bloque “I” además de supervisar el estado de las maquinas logrando así garantizar la disponibilidad y el rendimiento de las mismas. Esta base de datos debe estar sujeta a cambios por parte de la supervisión para así mejorar el tiempo de repuesta a cualquier inconveniente que se presente en los laboratorios para garantizar la disponibilidad en condiciones seguras de operación.

2.5.1.1 Codificación

La codificación es parte fundamental dentro de la base de datos existente de los equipos y máquinas que conforman una planta o empresa por ser de suma importancia para el desarrollo del análisis de fallos, el cual debe de estar muy bien detallado en un listado ordenado de los equipos y máquinas que operan en el Bloque “I”, todos estos con su respectiva codificación que los identifique de entre los demás, dentro del listado se tiene que definir y distinguir los niveles y sub niveles, de los cuales son parte la estructura de un equipo o máquina. Las cuales se pueden observar de forma esquemática en la Figura 17:

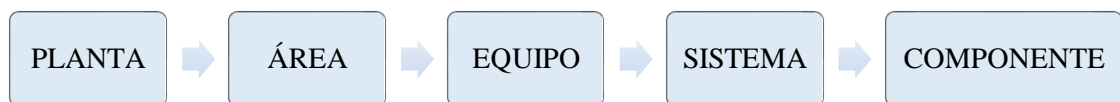


Figura 17. Estructura de niveles y sub niveles de una planta.
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

2.5.1.2 Agrupación de Equipos/ Máquinas

La agrupación en familias o sub familias es de suma ayuda para facilitar la búsqueda de equipos similares, es decir, una familia de equipos o máquinas es un grupo que poseen similitudes en distintas formas, pudiendo ser estas la marca comercial, la

función que cumple, características técnicas o de diseño, su tipo o asociadas por el proceso que realizan.

Uno de los principales problemas de implementar la agrupación es el tiempo necesario para agrupar los equipos y máquinas en familias, para lo cual se solventa el uso de técnicas de agrupación pudiendo ser estas por:

- Inspección visual: Similitud por su geometría, marca o función
- La clasificación por codificación
- Análisis debido al proceso.

2.6 Planificación de la Gestión de Mantenimiento

Mediante la planificación y recolección de información se ha logrado estructurar una gestión de mantenimiento que sigue una secuencia sistemática de pasos que permitieron definir actividades, tareas y acciones de mantenimiento para las máquinas y equipos del Bloque I, dentro de la planificación se han desarrollado: procedimientos de manejo y almacenamiento de información mediante la herramienta informática SMC-UPS, planes y cronogramas de actividades preventivas, aplicación de formatos; Guía de uso correcto de maquinaria , ART el cual es un aporte para la seguridad del estudiante (operario) ayudando a identificar los riesgos presentes dentro del entorno de trabajo finalmente la utilización de indicadores de mantenimiento para dar seguimiento en un futuro al estado y comportamiento de las máquinas y equipos. Todo esto se puede observar de manera sistemática en la Figura 18.

2.6.1. Actividades y Tareas de Mantenimiento

La planificación para un correcto uso del mantenimiento comprende de la programación de las actividades y tareas de mantenimiento de los equipos y máquinas por lo cual el plan debe de tener como mínimo las siguientes variables:

- a. Identificación y registro de los equipos y máquinas (tornos- fresadoras, etc)
- b. Asignar períodos a las actividades y tareas de cada máquina o equipo.
- c. Asignar responsables, o empresas proveedoras a contratar (si es necesario).
- d. Ejecución de las tareas, basados en procedimientos pre establecidos.
- e. Gestión y control de la documentación.

2.7 Gestión para la Adquisición de Materiales

La adquisición de materiales y repuestos son de suma importancia en la planificación y ejecución del mantenimiento sea este un MC o MP, por lo cual su proceso de adquisición se encuentra bien definido principalmente por la variable del costo monetario de los materiales tal como se puede observar en la Figura 18.

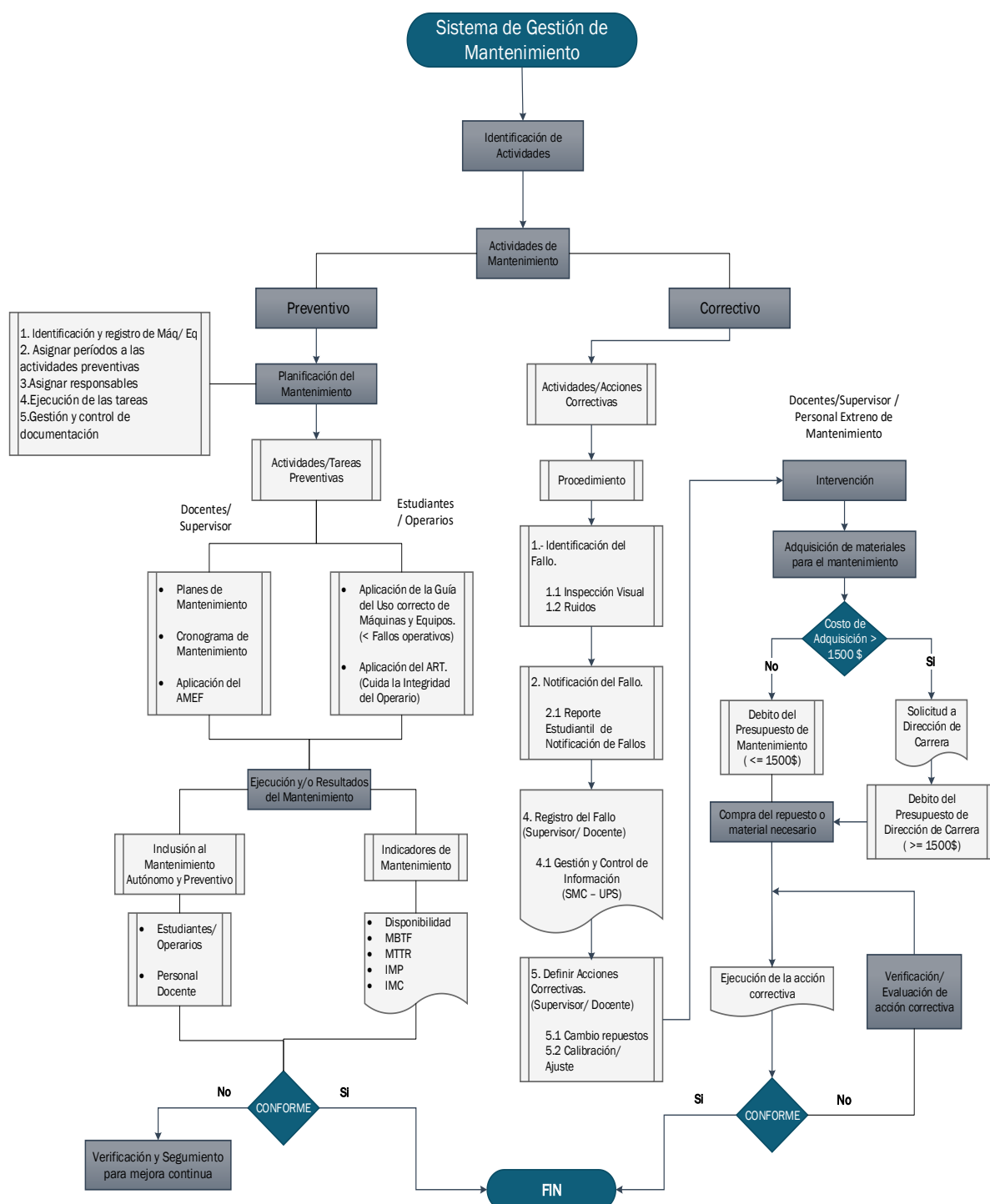


Figura 18. Planificación del Sistema de Gestión del Mantenimiento.
 Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

2.8 Plan de Socialización de la Gestión de Mantenimiento

La socialización de un Plan de Gestión de Mantenimiento para los equipos y máquinas de los laboratorios de Máquina Herramientas, Soldadura y Fundición de la carrera de Ingeniería Mecánica, tiene por objetivo primordial no solo el dar a conocer la gestión que se prevé implementar en un futuro sino también el de facilitar el conocimiento y manejo de los aspectos que se hallan involucrados dentro del Plan de Gestión de Mantenimiento, que pueden ser detallados y explicados de una forma adecuada por medio de una comunicación con el uso de carteleras, y exposiciones informativas a los estudiantes entre otras, además se debe de tomar en cuenta que la información debe ser corta, precisa y fácil de entender para lograr su captación y comprensión.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Dentro de este capítulo se detalla el desarrollo del Plan de Gestión de Mantenimiento para las máquinas y equipos del Bloque “I”, que contarán con una serie de temas explicados en este capítulo. Los cuales están relacionados con la preservación y mantenimiento de las máquinas y equipos, siendo estos de suma importancia para la estructuración en la gestión del mantenimiento debido a lo cual es necesario definir y calcular variables que brinden información cuantitativa y cualitativa del escenario actual en la que se hallan las máquinas y equipos.

La información recopilada dentro de este capítulo definirá las guías con las cuales se desarrolla un adecuado y correcto Plan de Mantenimiento que satisface a las principales necesidades que existe, debido a la inexistencia de un plan de gestión del mantenimiento bien estructurado y organizado, para sus máquinas y equipos, el desarrollo de un plan de mantenimiento tiene como prioridad y finalidad que todos los procedimientos y actividades de mantenimiento sean medibles controlables y por lo tanto mejorables.

3.1 Identificación de Máquinas y Equipos

La identificación de Máquinas y Equipos es fundamental para el desarrollo de la Gestión de Mantenimiento. Su principal motivo hace referencia a la disposición física y funcional que cumple cada máquina o equipo dentro de los laboratorios. El objetivo es el de conocer, identificar y registrar a cada uno de manera sistemática para que facilite su detección dentro de los formularios, informes y el plan de mantenimiento, donde estarán identificados debidamente con su codificación correspondiente.

En la Tabla 11 se observa el número de máquinas y equipos con el cual cuenta cada área del Bloque “I” de la Universidad Politécnica Salesiana.

Tabla 11. Listado de máquinas y equipos del Bloque “I”

Área	Lista de Máquinas y Equipos
Torneado	8 tornos CN – EMCO
Fresado	7 fresadoras CN – EMCO
Soldadura	<ul style="list-style-type: none">- 2 soldadoras TIG - Linconl Electric- 2 soldadoras MIG - Linconl Electric- 4 soldadoras SMAW - Linconl Electric- 1 soldadora Multiprocesos - Linconl Electric- 1 soldadora mediante Fricción- 2 cortadora de Plasma – Hypertherm -Thermal Dynamics
Fundición	<ul style="list-style-type: none">- Horno de Crisol - Nobertherm- 1 quemador – Weishaupt

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Existen un número total de 17 máquinas de y 11 equipos distribuidos dentro del Bloque “I”. La clasificación de máquinas o equipos se debe principalmente a la diferencia que existe entre cada uno, debido a que presentan distintos tipos de diseño y funcionamiento que visualmente los hace similares en primera instancia, pero cada uno cuenta con características diferentes principalmente en sus componentes.

- Máquina: Es el conjunto de componentes mecánicos y electrónicos que consta de uno o más elementos móviles dentro de su estructura, contribuyen a cumplir con la función para la cual fue diseñada Ej. de máquina (Torno; mandril - tren de engranes; ambos tienen partes móviles)
- Equipo: Es el conjunto de componentes generalmente electrónicos que, a diferencia de una máquina, no cuenta con ningún elemento móvil dentro de su estructura, pero de igual forma cumple la función para lo cual fue diseñado por ejemplo (Soldadora, PC, PLC)

Una vez identificada la diferencia entre Máquinas y Equipo; cabe recalcar que dentro del grupo de máquinas además de los tornos y fresadoras están incluidos la Soldadora

por fricción (*mandril) y la Soldadora MIG (*carrete de alimentación de alambre), ya que ambas cuentan con un componente móvil (*) dentro de su diseño estructural.

De esta manera de aquí en adelante se identificará a cada máquina y equipo según este criterio, designando el nombre a cada ítem (*) según las características de cada uno de ellos.

3.1.1 Codificación

A cada elemento se le asigno su respectivo código de verificación, el cual facilitara su identificación. Cabe mencionar que dichos códigos son una interpretación de los recursos existente en el Bloque “I”. Los códigos asignados para cada máquina y equipo se detallan en la Figura 19 que se muestra a continuación.

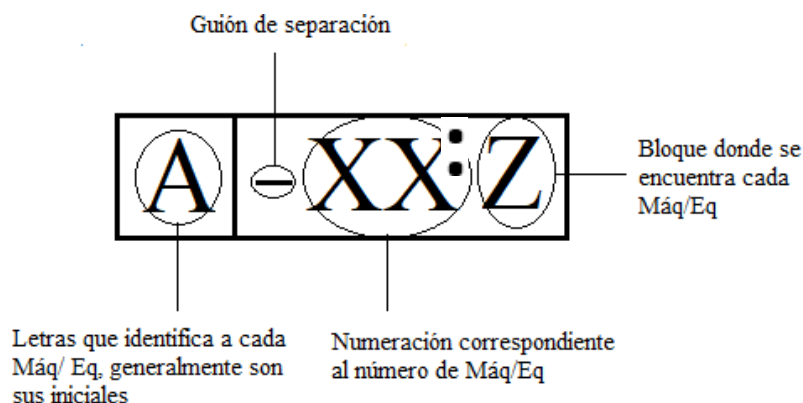


Figura 19. Interpretación para la codificación de Máquinas y Equipos.
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 12. Identificación de códigos para máquinas y equipos del Bloque I

Nombre del Equipo	Código /Id de Equipo	Intervalo de Máquinas
Tornos	T – XX Z	(T – 01:I) hasta (T – 08:I)
Fresadoras	Fr – XX Z	(Fr – 01:I) hasta (Fr – 07:I)
Soldadoras	Sd – XX Z	(Sd – 01:I) hasta (Sd – 10:I)
Compresor	C – XX Z	Único (C – 01:I)
Horno	H – XX Z	Único (H – 01:I)
Quemador	Q – XX Z	Único (Q – 01:I)
Cortadoras por Plasma	Cp – XX Z	(Cp – 01:I) hasta (Cp – 02:I)
Esmeriles	Es – XX Z	(Es – 01:I) hasta (Es – 03:I)
Taladros	Td – XX Z	(Td – 01:I) hasta (Td – 03:I)

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

3.1.2 Índice de Criticidad en Máquinas y Equipos

Cada elemento, componente, máquina o equipo perteneciente al Bloque “I” cuenta con una importancia vital dentro del proceso de enseñanza por lo cual se debe definir de forma cualitativa, dentro de la Figura 20 se explica más en detalle de cómo se debe Asignar el índice de criticidad a cada máquina y equipo.

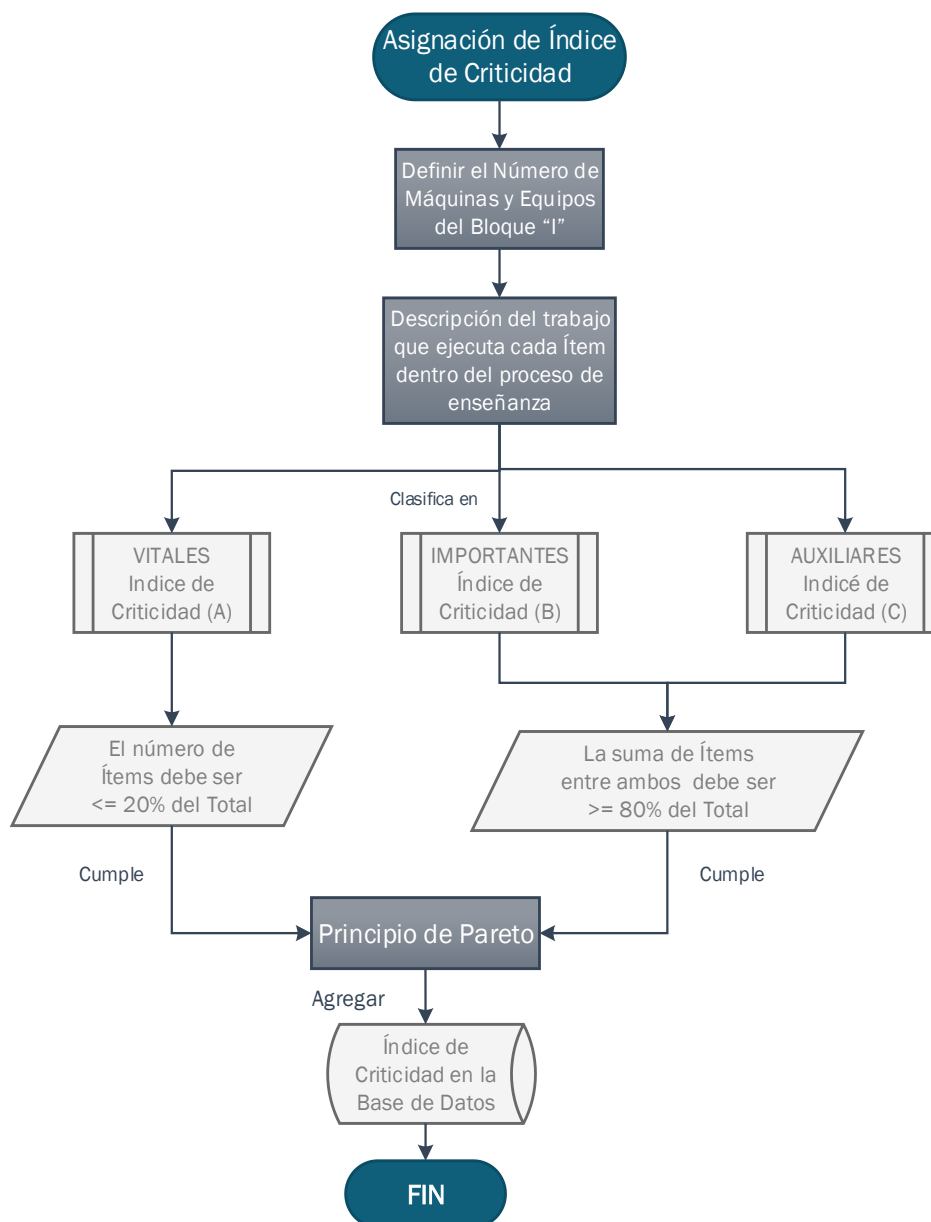


Figura 20. Esquema del proceso de Asignación del Índice de Criticidad.
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

La Tabla 13 indica y describe la clasificación de cada máquina o equipo según su índice de criticidad, el cual ha sido asignado mediante los criterios de valoración (A-

B-C) de criticidad como bien se muestra a continuación en la Tabla 14, es decir que la importancia y relevancia de cada Ítem es fundamentales para la asignación del índice de criticidad.

Tabla 13. Criticidad de máquinas y equipos del Bloque “I”

Ítem	Descripción de Trabajo	% Acum	Clasificación	Criticidad
Cortadoras Plasma (Cp-01:I /Cp-02:I)	Corta con precisión metales tales como el acero al carbono, aceros inoxidable, aluminio, cobre y más.			
Soldadora por Fricción (SFr -01 I)	Realiza la unión de dos o más piezas debido a que aprovecha el calor generado por la fricción mecánica entre estos.			
Compresor (C -01:I)	Absorbe aire a presión ambiental, a través de un sistema de filtrado y lo devuelve con la presión aumentada deseada.	6/37 0,1621 16,21 %	VITALES	A
Horno Crisol (H-01:I)	Realiza la fundición de metales , haciendo que los materiales alcancen su punto de fusión			
Quemador (Q-01:I)	Es un dispositivo que facilita la mezcla del combustible provocando la combustión.			
Tornos (T-01: I / T-08:I)	Mecaniza, rosca, corta, agujerea, cilindra, desbasta y ranura piezas metálicas de forma geométrica por revolución			
Fresadoras (Fr -01:I /Fr- 07:I)	Mecaniza metales por el movimiento de una fresa pudiendo lograr superficies planas o curvas, de entalladura, de ranuras, de dentado	24/37 0,6486 64,86 %	IMPORTANTES	B
Soldadoras (Sd -01:I /Sd- 09:I)	Realiza la unión de dos o más piezas de un material, usualmente logrado a través de la fusión, en la cual las piezas son soldadas			

Taladros (Td-01:I /Td-03:I)	Realiza agujeros con precisión mediante la rotación de una herramienta de corte denominada broca.				
Esmeriles (Es-01:I/ Es-03:I)	Afila o rectifica imperfecciones en cuchillas y herramientas, además da un mejor acabado a piezas metálicas	7/37 0,1891 18,91%	AUXILIARES		
Coquilla (Co-01:I)	Es un molde metálico donde se vierte el metal fundido. La pieza final tendrá la forma del molde que lo contiene (coquilla).				

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 14. Criterios para la asignación de los índices de criticidad

Índice de Criticidad	Descripción de Criterios de Criticidad
A	Son aquellos Ítems o recursos que influyen de forma determinante o cuyas fallas originan un paro dentro del proceso, por lo cual la importancia de estos es de suma relevancia
B	Son aquellos Ítems o recursos que si bien se encuentran dentro de la línea de producción cuentan con varias reservas, pero su función no es tan significativa como lo son los VITALES, sin ellos no se puede operar de manera adecuada de ninguna manera
C	Son Ítems o recursos que no se encuentran involucrados directamente con el proceso, pero en cierta manera ayudan con el mismo, se los denominada AUXILIARES debido a su poca relevancia o porque existen otros ítems que pueden sustituir su trabajo

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

3.2 Diseño y Desarrollo del SCM – UPS: I

El diseño del SCM (Sistema de Control de Mantenimiento) tiene la finalidad de gestionar información de forma fácil y práctica. Este sistema cuenta con un registro de valores y datos referentes a las máquinas y equipos con el cual dispone el Bloque “I”, debido a lo cual en él se encuentra detallada la información necesaria para la identificación y descripción de cada máquina y equipo uno por uno.

En la información recopilada y facilitada por parte de los colaboradores del Bloque I, se encuentran detallada, correspondiente al historial de mantenimiento de los dos últimos años 2017 - 2018, además de valores y datos que se encuentran dentro de los manuales técnicos de cada una de las máquinas, teniendo estos últimos la veracidad y seriedad de sus fabricantes, detalle que garantiza su confiabilidad.

A continuación, se describe y explica los pasos para diseñar de forma correcta una base de datos que permiten controlar y manejar el acceso a su información.

- a. El diseño del manejo de información debe de ser confidencial, para lo cual solo cierto personal autorizado del Bloque I tenga acceso total a la información que en ella se encuentra.

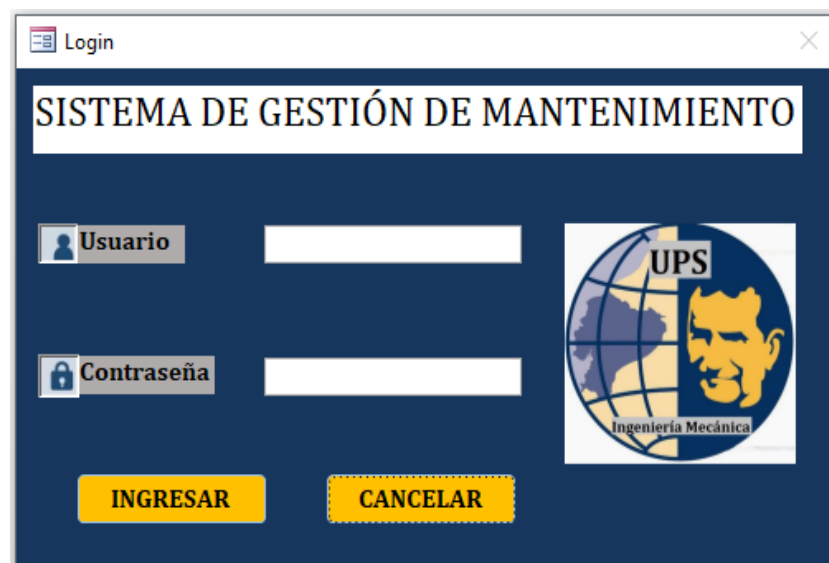
The image shows a web browser window titled "Login". The main heading is "SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO". Below the heading, there are two input fields: "Usuario" (User) and "Contraseña" (Password). To the right of the password field is a logo for "UPS Ingeniería Mecánica" featuring a globe and a portrait. At the bottom, there are two buttons: "INGRESAR" (Login) and "CANCELAR" (Cancel).

Figura 21. Login de ingreso al sistema.
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

El uso de un menú de Login para el ingreso al sistema, aporta protección a la información como se muestra en el Figura 21. Para tener acceso total se debe de contar con una cuenta de Usuario y Contraseña correspondiente.

- b. En la Figura 22 se muestra cómo Crear las tablas formando campos, en cada uno de ellos se almacenará los datos a registrar en la tabla ej. (ID, Fabricante, Status)


UPS – DataBase "I"	
Nombre del campo	Descripción
 Id Equipo	Identificación de Máquina o Equipo
Nombre	(-)
Fabricante	Empresa que diseña, construye y distribuye la máquina o equipo
Modelo	Designación del modelo según el Fabricante
Serie	Designación según el Fabricante
Código Barras	Código designado por la Universidad Politécnica Salesiana (Inventario)
Año de Fabricación	
Criticidad	Importancia y relevancia dentro del proceso de enseñanza
Status	Operatividad de la máquina o equipo (Operativa, No operativa, En mantenimiento)

Figura 22. Campos seleccionados para la tabla de base de datos.

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

- c. Asignar a cada campo un tipo de dato según la información que se colocará en él. Como muestra la Figura 23 existen diferentes tipos de datos (textos, números, fechas, objetos, hipertextos).


UPS – DataBase "I"	
Nombre del campo	Tipo de datos
 Id Equipo	Texto corto
Nombre	Texto corto
Fabricante	Texto corto
Modelo	Texto corto
Serie	Texto corto
Código Barras	Número
Año de Fabricación	Número
Criticidad	Texto corto
Status	Texto corto

Figura 23. Asignación del tipo de datos

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

- d. Definir el campo clave el cual identificará a cada registro de forma única.

La Id del Equipo es el campo clave, que define de forma única e irreplicable de cada máquina, equipo, elemento o componente que se registre dentro de la base de datos. La figura 24 muestra en detalle la interfaz para ingresar el campo clave de la base de datos.


UPS – DataBase "I"	
Nombre del campo	
 Id Equipo	Identificación de Máquina o Equipo

Figura 24. Campo clave de la base de datos.

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

- e. Ingreso y registro de información de cada máquina y equipo con el cual cuenta el Bloque I. En la tabla (UPS – DataBase “I”) que corresponde a la base de datos que se detalla en La Figura 25.

Id Equipo	Nombre	Fabricante	Modelo	Serie	Código Barras	Año de Fabricación	Criticidad	Status	Imagen
C-01:I	Compresor	KAESER	AIRTOW			2016	A	En Mantenimiento	0(1)
Co-01:I	Coquilla	Estudiantes UPS	Coquilla 1			2016	C	Operativa	0(0)
Cp-01:I	Cortadora Plasma	Hypertherm	Powermax 45XP	45-104530	80042000614130	2016	A	Operativa	0(1)
Cp-02:I	Cortadora Plasma	Victor Thermal Dynamics	52 Cutmaster	MX1508052278		2016	A	Operativa	0(1)
Es-01:I	Esmeril	Century Tools	MD-200A	14-BK-6946		2016	C	Operativa	0(1)
Es-02:I	Esmeril	Century Tools	MD-200A	14-BK-6946		2016	C	Operativa	0(1)
Es-03:I	Esmeril	URREA	EB -1210	NA	80042000613311	2016	C	Operativa	0(1)
Es-04:I	Esmeril	UPS	Esmeril 4	NA	80042000611633	2016	C	Operativa	0(1)
Fr-01:I	Fresadora CN	EMCO-MAIER	MAT FB50-L	F9A160361	80042000612201	2016	B	Operativa	0(1)
Fr-02:I	Fresadora CN	EMCO-MAIER	MAT FB50-L	F9A160362	80042000612203	2016	B	Operativa	0(1)
Fr-03:I	Fresadora CN	EMCO-MAIER	MAT FB50-L	F9A160262	80042000612202	2016	B	Operativa	0(1)
Fr-04:I	Fresadora CN	EMCO-MAIER	MAT FB50-L	F9A160261	80042000612205	2016	B	Operativa	0(1)
Fr-05:I	Fresadora CN	EMCO-MAIER	MAT FB50-L	F9A160363	80042000612200	2016	B	Operativa	0(1)

Figura 25. Tabla de base de datos (UPS – DataBase “I”)
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

- f. Establecer las relaciones entre las tablas, las cuales se utilizan para mantener la integridad de los datos y evitar que se comentan errores al momento de ingresar determinados datos.

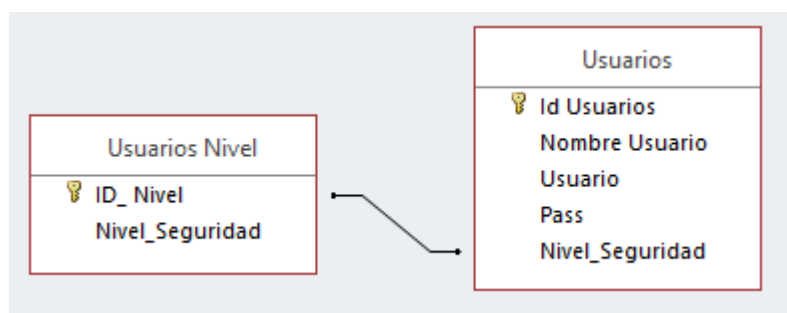


Figura 26. Relación de nivel de seguridad – Login
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

La relación entre tablas son claves para el desarrollo de la GMAO, facilitando la navegación y búsqueda de información relevante sobre las máquinas y equipos, por lo cual en la Figura 26 se muestra la relación entre los niveles de seguridad, con la cual cuenta la ventana principal de ingreso (Login).

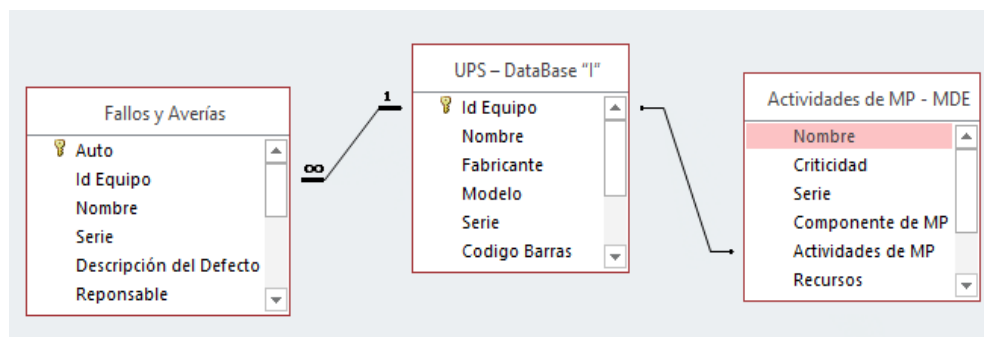


Figura 27. Relación entre la base de datos principal.
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Por otro lado, la Figura 27 refleja la vinculación de tablas para la estructura de la Base de datos principal, que se encuentra vinculada con las actividades preventivas de mantenimiento además de los fallos y averías que presenta cada una de las máquinas y equipos.

- g. La gestión de la base de datos incluirá, menús interactivos con botones o vínculos especiales para acceder a todos los elementos de la base de datos como se muestra de forma gráfica en la Figura 28.



Figura 28. Menú interactivo
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

3.2.1 Formularios

El desarrollo de los formularios permite introducir información y almacenarla directamente en la base de datos UPS – DataBase “I”, todo esto desde un área de diseño con casillas, botones, pestañas, imágenes y otros objetos. Un formulario agiliza el ingreso, registro y almacenamiento de información correspondiente a las máquinas y equipos o en su defecto las tareas o actividades propuestas.

Registro de Máquinas y Equipos

Quito miércoles, 23 de octubre de 2019

Buscar T-05:I

Id Equipo	T-05:I	Nombre	Torno CN
Fabricante	EMCO-MAIER		
Modelo	MAT-17D		
Serie	D4D-160303		
Código Barras	80042000612195		
Criticidad	B		
Status	Operativa		

Agregar Guardar Eliminar Actualizar Volver a Menu Salir

Registro: 14 33 de 38 Sin filtro Buscar

Figura 29. Formulario de registro de máquina y equipos
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Registro de Fallos y Averías en Máquinas y Equipos

Quito miércoles, 23 de octubre de 2019

Tipo de MTTO MC

Id Equipo SECCIÓN TORNOS

Reportado por cio QuitiequezER/VC/AC/

Responsable del Mantenimiento Carlos Maldonado

Fecha de Fallo 12/2/2018

Fecha Reparacion 14/2/2018

Tiempo de Paro (min) 400

Tiempo de Ejecución (min) 400

Descripción del Defecto o Fallo Pasadores rotos de los equipos

Recursos Brocas 2,5mm - Brocas 3mm - Fresa 3mm - Desvastador- Gualpe Grasa

Actividad de Mantenimiento Se procede a retirar los pasadores que vinieron de fábrica, más los que fueron sustituidos por el personal técnico.

Agregar Guardar Deshacer Eliminar Actualizar Imprimir Volver a Menu Salir

Registro: 14 28 de 132 Sin filtro Buscar

Figura 30. Formulario de registro de fallos y averías
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

La Figura 29 es un formulario que almacena la información correspondiente a las variables tales como Id del Equipo, Criticidad, Status y demás, que ayuden a interpretar el estado actual de las máquinas y equipos del Bloque I, mientras tanto, la Figura 30 recolecta campos necesarios para expresar claramente la descripción de un defecto, fallo o avería que se pudiera presentar en la maquinaria, también registra y recopila el tiempo de paro (máquina no operativa) y ejecución (tiempo para solucionar el fallo).

3.2.2 Informes

El diseño de los informes representa la consolidación de la información más relevante de la base de datos de las máquinas y equipos del Bloque I, para así tener un resumen que simplifique la cantidad de datos que se encuentran registrados dentro de la base de datos del software de GMAO del Bloque I, mediante la utilización de tablas, gráficas, imágenes y demás información notable para su fácil comprensión convirtiéndose en información útil para la toma de decisiones.

El Informe desarrollado sobre las rutas de mantenimiento de los equipos se puede observar en la Figura 31 principalmente brindan información sobre la programación de actividades y tareas de mantenimiento preventivo a realizarse periódicamente en las máquinas y equipos del Bloque I.

Rutas de Mantenimiento			
lunes, 20 de enero de 2020			
Id Equipo (Cp-01:I / Cp-02:I)	Nombre Cortadora Plasma	Frecuencia o Ruta Diaria	Recursos EPP (Mandil -Guantes-Botas puntas de acero) Paño - Brocha - Guaípe
Actividad de MP 1.- Revise las piezas consumibles de la antorcha, reemplácelas si están dañadas, desgastado o cuando el rendimiento del corte ha disminuido. 2.- Compruebe el plasma y el suministro secundario y la presión. 3.- Purgue la línea de gas de plasma para eliminar la acumulación de humedad. 4.-Revise los indicadores LED y corrija cualquier condición de falla. 5.-Revisar si los consumibles (escudo frontal - deflector - boquilla - electrodo - anillo distribuidor - ring de la antorcha) están bien instalados y no tienen desgaste. Nota: para obtener más detalles sobre el desgaste de los consumibles revise la pag 175 del manual del fabricante			
Observaciones			

Figura 31. Informe de la programación de actividades preventivas
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

3.3 Cálculo de indicadores

Para el Cálculo de los indicadores de los laboratorios de Máquinas Herramientas, Soldadura y Fundición de la Universidad Politécnica Salesiana correspondiente al periodo 2017 – 2018 que fueron debidamente recopilados del historial de registro de mantenimiento del Bloque I.

El respectivo cálculo de cada indicador hace referencia a un periodo de 10 meses tomando en cuenta que los 2 meses restantes del periodo de un año son excluidos debido a la inactividad de las máquinas y equipos en este lapso de tiempo por consecuencia del cierre del periodo (vacaciones). Además, nótese que cada semana laboral tiene 40 horas de funcionamiento de las máquinas, el detalle de cada periodo se encuentra en las Tablas 15 y 16.

Tabla 15. Detalle de mantenimiento Bloque I -2017

Área	HTF	HTP MTTO	HTPA	N.- de fallos	HT-MC	HT-MP
Torneado	1600	144,1	136,43	50	136,43	7,66
Fresado	1600	38,25	25,25	17	25,25	13
Soldadura	1600	10,25	0	0	0	10,25
Fundición	1600	6,58	1,08	2	1,08	5,5

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 16. Detalle de mantenimiento Bloque I - 2018

Área	HTF	HTP MTTO	HTPA	N. de fallos	HT-MC	HT-MP
Torneado	1600	30,6	20,33	18	20,33	10,26
Fresado	1600	46	36	4	36	10
Soldadura	1600	13,58	0	0	0	13,58
Fundición	1600	8,41	3,16	4	3,16	5,25

* La unidad de cada uno de los datos, excepto el N.- de averías están expresados en horas (h)

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Los indicadores que se muestran en la Tabla 17 son el resultado del cálculo de las Ec (1) (2) (3) (4) y (5), estos datos brindan información acerca del comportamiento de las máquinas y equipos dentro de cada área del Bloque I. Los indicadores representan un porcentaje es decir que su valor máximo es 1 (100%).

Los datos fueron tomados del registro de actividades de mantenimiento del periodo 2017 Y 2016 respectivamente y fue el promedio del total de las máquinas y equipos con la cual cuenta cada área, se optó en agruparlos debido a que realizarlo individualmente por máquina no mostraba indicadores de utilidad.

Tabla 17. Resultado del cálculo de indicadores

Indicador	Área	2017	2018
Disponibilidad Ec (1)	Torneado	0,84	0,97
	Fresado	0,95	0,97
	Soldadura	0,99	0,99
	Fundición	0,99	0,99
MTBF Ec (2)	Torneado	31,37	200
	Fresado	160	400
	Soldadura	-	-
	Fundición	800	400
MTTR Ec (3)	Torneado	3,001	3,44
	Fresado	2,52	9
	Soldadura	-	-
	Fundición	0,54	0,79
IMC Ec (4)	Torneado	0,71	0,73
	Fresado	0,4	0,78
	Soldadura	-	-
	Fundición	0,16	0,38
IMP Ec (5)	Torneado	0,29	0,27
	Fresado	0,6	0,22
	Soldadura	1	1
	Fundición	0,84	0,62

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

3.5 Desarrollo de Formatos de Mantenimiento

Estos formatos de mantenimiento son documentos que contienen información relevante sobre distintos valores, datos o procedimientos que sean indispensables de conocer antes de comenzar a trabajar.

El primer formato incluye el procedimiento para realizar un correcto manejo de las máquinas y equipos, mientras que el formato ART ayuda con la identificación de riesgos potenciales que existen dentro de la zona de trabajo, ambos desarrollados para mejorar el proceso de enseñanza de los estudiantes.

3.5.1 Trazabilidad de Formatos

La trazabilidad es la agrupación de medidas y procedimientos necesarios para registrar, conocer su función, identificar su ubicación y por último seguir sus movimientos y trayectoria del formato de mantenimiento y la información contenida en cada uno de ellos dentro del Bloque I, desde su origen hasta su fin el cual es representado por el documento físico. Permitiendo la comunicación y el conocimiento de los indicadores e incidencias presentadas en un periodo determinado.

Por lo cual la trazabilidad en los formatos y su identificación se debe a la secuencia ordenada y lógica de los siguientes factores como se muestra en detalle en la Figura 32.

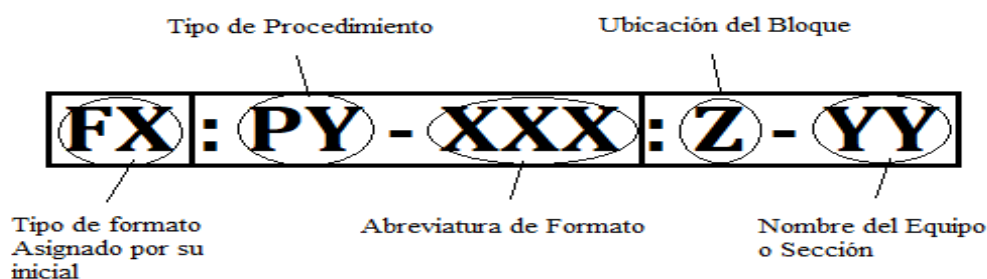


Figura 32. Interpretación de códigos para la trazabilidad de formatos

- a) Tipo de formato (Mantenimiento, Facturas, Solicitudes, ODT)
- b) Tipo de Procedimiento (Inspección, MC, MP, MDE)
- c) Abreviatura del Formato (GCU, ART)
- d) Ubicación del Bloque
- e) Nombre del Equipo o Sección





Los aspectos mencionados anteriormente determinan la asignación de los códigos de trazabilidad, los cuales serán aplicados a los formatos u otros documentos pertinentes al Mantenimiento de los Laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, cabe mencionar que en este caso en particular solo se establece para los Ítems del Bloque I.

3.5.2 Guía de uso Correcto de Máquinas y Equipos

La Guía del correcto uso de máquinas y equipos mostrado en el ANEXO 21 tiene un código único que lo identifica y según su trazabilidad es FM: PI – -GUC: I – ST, identificado así por las consideraciones tomadas de la sección anterior 3.5.1. Su principal objetivo es brindar información sobre los procedimientos de inspección respectivos para cada máquina o equipo, donde se describe paso a paso las tareas que deben realizar los estudiantes antes, durante y después de operado los equipos y máquinas.

La señalética y el uso de símbolos que se encuentra dentro de la guía se describen en la Tabla 18 que a continuación se muestra.

Tabla 18. Descripción de simbología

Símbolo	Representa	Descripción
	Información Documentación	Brinda información sobre los documentos personales o técnicos con los cuales debe contar obligatoriamente el estudiante
	Riesgo - Peligro	Identifica situaciones fuera de lo común por lo cual se definen a estas como peligrosas, además pueden provocar un accidente
	Precauciones Consecuencias	Consecuencias o efectos que provoca alguna afectación, ya sea en la maquinaria o en la integridad del estudiante
	Herramientas	Verificación de las herramientas y/o recursos necesarias para el correcto cumplimiento de trabajo

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

3.5.3 ART Identificación de Riesgos dentro del Bloque I

Mediante la observación y aplicación de los criterios mostrados en las Tablas 7,8,9 y (10) se pudo identificar los riesgos presentes dentro de los laboratorios del Bloque I los cuales a continuación se muestra:

- **Mecánicos:** Este tipo de riesgo está presente especialmente en el área de fundición el piso en donde se encuentra el horno y quemador está a distinto nivel de la parte en donde se realiza el proceso del moldeo, el cual se va a fundir. En el área de máquinas herramientas y soldadura existe el riesgo, pero con menor probabilidad debido a que en algún momento el piso de estas secciones del laboratorio se pueda encontrar mojada y resbaladiza.

- **Físicos:** Al momento que los estudiantes realizan las distintas prácticas en los tornos y fresadoras se observó que estas máquinas generan ruido y vibraciones en su operación, además de las condiciones de iluminación en ciertos espacios de los laboratorios pueden llegar a ser insuficientes, las cuales pueden afectar a la visibilidad.

- **Químicos:** Se determinó que en la sección de soldadura y fundición es en donde existe una mayor probabilidad de tener riesgos químicos por los gases producidos por la soldadura y al momento de realizar la fundición del acero, el contacto que se tiene con el polvo orgánico de la tierra al momento de preparar el molde. En la parte de máquinas herramientas hay una menor probabilidad de de este riesgo ya que se usa refrigerante y aceite solo cuando es necesario.

- **Ergonómicos:** Los riesgos ergonómicos se pueden generar debido a las malas posturas que pueden optar los estudiantes al momento de utilizar los tornos, fresadoras, soldadoras ya que las maquinas no están diseñadas para cada persona en específico de acuerdo a su altura, sino hay un modelo estándar. En la parte de fundición al momento de realizar el molde para la fundición también puede generar posturas inapropiadas fundamentalmente cuando se maneja la arena sílice o mezcla de moldeo, lo cual nos genera una probabilidad de existencia de este riesgo.

- **Psicosociales:** Este tipo de riesgo se puede dar en los laboratorios debido a que todas las personas tienen diferentes tipos de problemas o preocupaciones que genera comportamientos inadecuados hacia las demás personas, que repercuten en su rendimiento, y al trabajo en equipo. Estos riesgos son producidos en la misma universidad por parte de los compañeros o profesores, además del ambiente familiar de cada estudiante.

Cabe mencionar que cada uno de los distintos tipos de riesgos mencionados anteriormente se encuentran presentes en el Bloque I, para un mejor detalle se puede observar el ANEXO 20

3.6 Análisis del Modo y Efecto de Fallas – AMEF

El AMEF es una herramienta de gestión de riesgos que identifica los modos y los efectos que produce una falla dentro de algún componente representativo dentro de una máquina o equipo. Este análisis sirve para la identificación pronta de las fallas que pudieran presentarse, por lo cual se planifica una tarea preventiva de mantenimiento que ayude a disminuir la probabilidad de que este evento en particular ocurra.

La ejecución del AMEF se realizará únicamente a las máquinas o equipos que cuenten con un índice de criticidad (A-B) ya que realizarlo para todos los ítems es poco práctico, por otro lado, la Figura 33 detalla la implementación del AMEF.

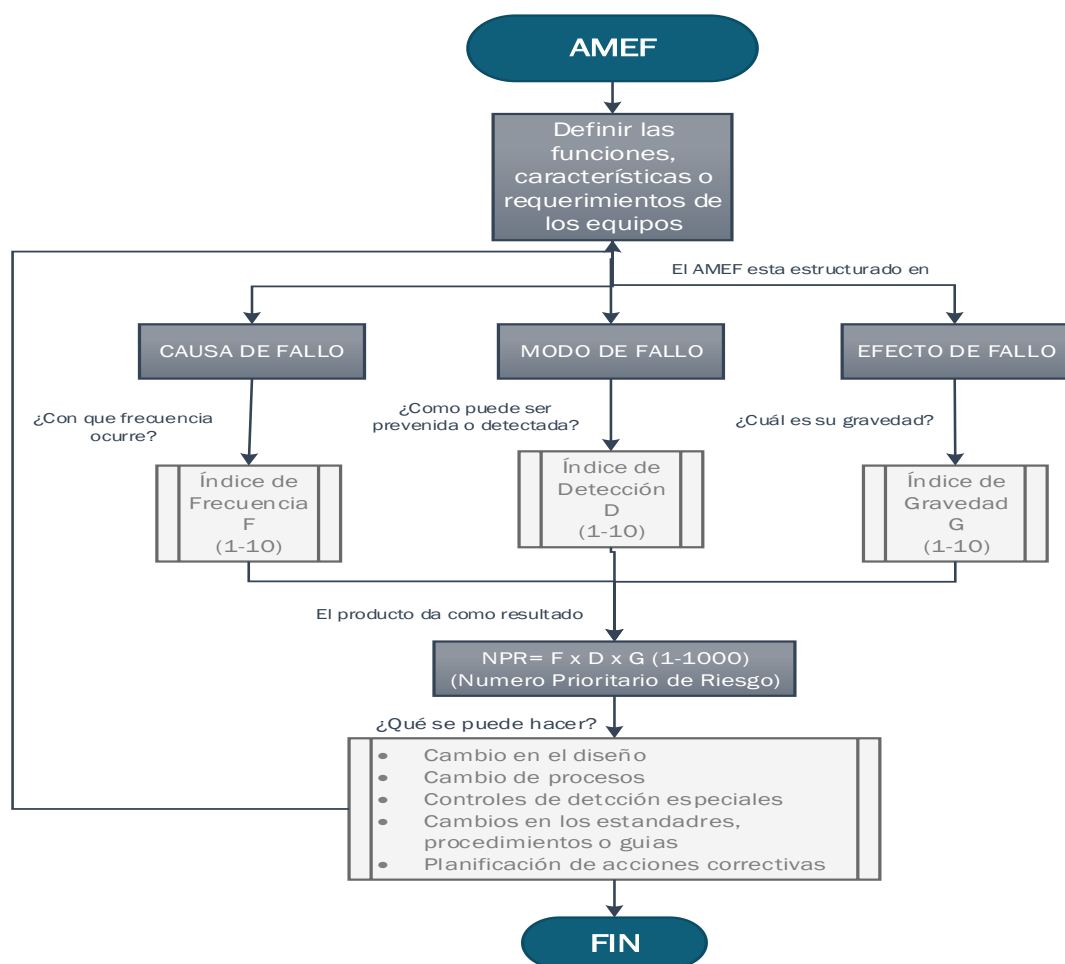


Figura 33. Descripción de la metodología del AMEF
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

3.6.1 Asignación de NPR (Numero Prioritario de Riesgo)

El cálculo del NPR descrito en el AMEF requiere identificar los valores de la severidad, ocurrencia y detección. El producto de estos nos da como resultado un valor numérico del NPR el cual nos ayudara a distinguir y clasificar cuales son los modos de falla más críticos y frecuentes que se producen dentro de los componentes más representativos en cada una de las máquinas y equipos del Bloque I.

El NPR tiene como principal objetivo ordenar el modo de falla ¿Cómo falla la máquina? de mayor a menor, esto, según la relevancia sobre la afectación del funcionamiento de las máquinas o equipos, logrando así tomar una decisión para mitigar o disminuir el riesgo de la ocurrencia de una falla detectada.

Tabla 19. Descripción de variables del NPR

Índice	Descripción
F:	Frecuencia de ocurrencia del fallo, mediante la observación, su valor puede ir de entre el 1 al 10
G:	Gravedad: Determina todos los modos de fallo basados en los requerimientos funcionales y sus efectos, siendo el 1 (Sin peligro) y 10 (Crítico), un valor de 9 o 10 causaría daño al usuario
D:	Detección: Representa la capacidad de eliminar los defectos y detectar los modos de fallo.

3.6.1.2 Criterios para determinar los índices del NPR

Los criterios para la valoración de los índices para el cálculo del NPR, fueron tomados de las tablas de valoración de índices del AMEF mostrada en los ANEXOS (22-24) [39]. La Figura 34 se puede observar de manera gráfica, que el riesgo aumenta proporcionalmente al índice de frecuencia y gravedad de fallos.

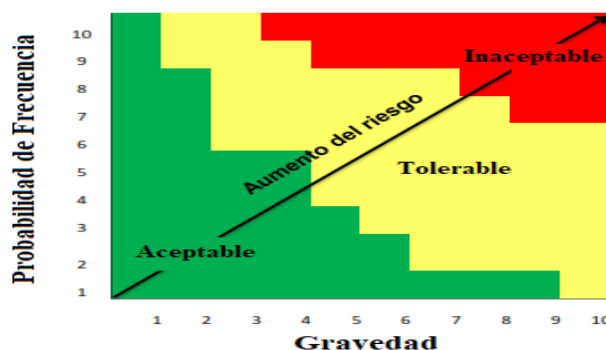




Figura 34. Relación entre la frecuencia y gravedad de los fallos
Tomada de: AIAG (Automobile Industry Action Group) [39]

Tabla 20. AMEF para los tornos EMCO -MAT 17D

	Máquina		ID Máquina	Área	Factibilidad				Tarea de Mantenimiento	
	Torno CN		(T-01: I / T-08: I)	Torneado	Técnica				Propuesta	
Función	Elemento	Modo de Falla	Causa de Falla	Efecto de Falla	Criticidad	F	D	G	NPR	
Mecanizado de materiales y piezas de revolución entre sus operaciones esta: Refrentar, cilindrar, roscar, ranurar.	Bancada	Atascamiento en el carro principal	Atasco en la guía por presencia de viruta.	Desplazamiento forzado existe dificultades en el mecanizado.	B	6	3	8	144	Limpieza diaria de las guías antes y después del uso de la máquina. Lubricación correcta de la bancada (Semanal)
		Deslizamiento indebido en el carro principal	Desgaste en las guías.	Desplazamiento no uniforme al momento del mecanizado	B	5	3	8	120	Lubricación correcta de las guías para evitar el desgaste (Semanal)
	Cabezal fijo	Problemas en el giro del husillo principal	Falta de tensión en las correas de transmisión	Dificultades en la transmisión de movimiento	A	4	6	8	192	Inspección del tensado de correas del sistema de trasmisión (mensual). Tensado o cambio de correas (Semestral)
	Caja de velocidades	Vibración, ruido en caja de velocidades.	Desgaste o fisura en los dientes de los engranes, debido a la deficiente lubricación o al forzar los cambios con la máquina en funcionamiento y fallos	No tiene un movimiento constante en el mandil, provocando dificultad en el mecanizado.	A	5	4	10	200	Limpiar y lubricar de forma y adecuada los engranajes de la caja de velocidades para evitar el desgaste prematuro (Trimestral).
		Dificultad en cambio de velocidades.	demás operativos.	Problema al seleccionar las revoluciones necesarias para realizar un buen desbaste o acabado	A	5	9	7	315	
	Mandril	Desgaste en mordazas del mandril	Fallos operativos	Ajuste inadecuado del material lo cual dificulta el proceso de mecanizado.	B	5	7	4	105	Verificar el estado de las mordazas, Aplicación de la guía de uso correcto (Diaria)


Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 21. AMEF para las fresadoras EMCO MAT FB-450L

	Máquina		ID Máquina	Área	Factibilidad Técnica					Tarea de Mantenimiento Propuesta
	Fresadora CN		(Fr-01: I / Fr-07: I)	Fresado						
Función	Elemento	Modo de Falla	Causa de Falla	Efecto de Falla	Criticidad	F	D	G	NPR	
Mecanizado de materiales mediante herramienta de corte llamada FRESA realiza operaciones de superficies de las más variadas formas	Sistema Motriz	Inconvenientes con el giro del motor del husillo	Mal acoplamiento de los engranes o ruptura de correas de transmisión	No gira el husillo, hay una inhabilitación de la función principal	A	6	4	10	240	Revisión y ajuste de los elementos del sistema de transmisión, lubricación en componentes en contacto (Piñones, engranes); controlar el estado de tensión de las correas de transmisión (Poleas y correas) (Trimestral)
	Sistema de Refrigeración	Corte en la manguera del líquido refrigerante	Golpes, aplastamientos o mordedura	Derrame y estancamiento del refrigerante	C	7	2	4	56	Evitar daños a la manguera durante el proceso operativo (Diario), Controlar las mangueras y conexiones (Trimestral) Cambio de la manguera de refrigeración si es necesario.
		Obstrucción en la entrada o salida de la bomba de alimentación de refrigerante	Impurezas o residuos de viruta en el refrigerante /succión taponada	Cavitación o sobrepresión en la bomba	B	6	5	7	210	Controlar el nivel y estado del refrigerante (Semanal). Verificar que las juntas de entrada y salida de la bomba no tenga obstrucciones además del estado de filtro (Semestral)
	Consola del Control Numérico	No enciende la pantalla LCD	Falta de alimentación eléctrica, cortocircuitos falso contacto dentro de los componentes electrónicos	No se visualiza los valores de avance en los desplazamientos de la mesa de trabajo	B	5	3	5	75	Aplicación del guía de uso correcto (Diaria) Revisión de contactos y conectores (Semestral) Cambio de Pantalla LCD si es necesario.
	Estructura	Atascamiento en la guía del carro principal	Limpieza inadecuada Residuos o impurezas además de fallas en la lubricación en los rieles de las guías	Inmovilización del carro principal, realiza con dificultad los desplazamientos	A	6	4	9	216	Limpieza diaria y lubricación correcta en los rieles de las guías de desplazamiento (Quincenal)


Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 22. AMEF para soldadora tipo SMAW

	Máquina		ID Máquina	Área	Factibilidad Técnica				Tarea de Mantenimiento Propuesta
	Soldadora-SMAW		(Sd-01: I / Sd-04: I)	Soldadura					
Función	Elemento	Modo de Falla	Causa de Falla	Efecto de Falla	Criticidad	F	D	G	NPR
Realizar la unión de 2 o más piezas usando un material de aporte	Ventilador	Falla de ventilación	Ventilador no funciona debido a la acumulación de residuos o impurezas Fallas en la lubricación	Recalentamiento de la soldadora	B	7	4	7	196
	Cables y Terminales de alimentación de energía	Terminales en mal estado y cables expuestos	Fallos operativos, inadecuado almacenamiento del equipo	Cambios involuntarios en el voltaje de la máquina, cortocircuitos, inconvenientes al encender	A	7	4	8	224
	Cable de Trabajo	Falta de conductividad entre el cable y la pinza de trabajo	Falso contacto por desajuste o desgaste de la rosca del tornillo	Inconvenientes al generar el arco de soldadura	A	8	4	8	256
									Verificar su estado (Diaria) Limpieza del ventilador (Mensual) Lubricación del ventilador (Semestral)
									Revisar la integridad de los cables y conexiones. Aplicación de la guía de uso correcto (Diaria).
									Ajuste de la conexión. (Diario) En caso de ser necesario sustitución del elemento de fijación


Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 23. AMEF para soldadora tipo TIG –Lincoln Electric

	Máquina		ID Máquina		Área	Factibilidad Técnica					Tarea de Mantenimiento Propuesta
	Soldadora-TIG		(Sd-05: I / Sd-06: I)		Soldadura	F	D	G	NPR		
Función	Elemento	Modo de Falla	Causa de Falla	Efecto de Falla	Criticidad						
Realizar la unión de 2 o más piezas usando un material de aporte	Antorcha con filtro	Mala formación del arco de soldadura	Desgaste del filtro y boquillas	Dificultades en el funcionamiento de la máquina y acabado en el cordón de soldadura	A	5	6	8	240		Verificar el estado de los filtros y boquillas (Mensual)
	Cables y terminales de alimentación de energía	Terminales en mal estado y cables expuestos	Fallos operativos inadecuado mal almacenamiento del equipo	Cambios involuntarios en el voltaje de la máquina, cortocircuitos, inconvenientes al encender	A	7	4	8	224		Limpieza de los terminales y verificación del estado de los cables (Diaria)


Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 24. AMEF para soldadora tipo MIG – Lincoln Electric

	Máquina		ID Máquina	Área	Factibilidad Técnica				Tarea de Mantenimiento Propuesta	
	Soldadora-MIG		(Sd-07: I / Sd-08: I)	Soldadura						
Función	Elemento	Modo de Falla	Causa de Falla	Efecto de Falla	Criticidad	F	D	G	NPR	
Realizar la unión de 2 o más piezas usando un material de aporte	Sistema de alimentación de alambre	Atascamiento del alambre en los rodillos de arrastre	Acumulación de residuos o impurezas.	Interrupción parcial o total en el recorrido del sistema de alimentación de alambre	A	7	5	8	280	Realizar limpieza con aire comprimido de forma (Mensual)
	Pistola de trabajo	Obstrucción o taponamiento en la boquilla de la salida del electrodo	Acumulación de residuos y sobrecalentamiento	Interrupción parcial o total en el recorrido del sistema de alimentación de alambre	A	8	2	8	128	Limpieza de la boquilla (Mensual) o sustitución de la boquilla
	Manguera de gas	Fugas en el sistema de alimentación de gas	Corte o ruptura de la manguera	Equipo No operativo	A	6	3	10	180	Inspecciones constantes de la manguera (Diaria) Cambio de la manguera (Anual) o cuando sea necesario
	Manómetro	Falta de regulación de la presión	Manómetros descalibrados o en mal estado	Falta de seguridad en equipo, falta de precisión en la soldadura al desconocer los parámetros de presión	A	5	5	8	200	Calibración de los manómetros cada 3 años o sustitución de los cuando sea necesario.
	Válvula Reguladora	Mal acoplamiento de válvula	Fallos operativos	Discontinuidad en el flujo de gas / Fugas	A	4	5	8	160	Verificar y asegurar que las válvulas estén acopladas correctamente, aplicación de la guía uso correcto (Diaria)


Elaborador por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 25. AMEF para cortadora por plasma

	Máquina		ID Máquina		Área	Factibilidad Técnica				Tarea de Mantenimiento Propuesta
	Cortadora Plasma		(Cp-01: I / Cp-02: I)		Soldadura	F	D	G	NPR	
Función	Elemento	Modo de Falla	Causa de Falla	Efecto de Falla	Criticidad					
Realizar el corte de planchas metálicas, haciendo que el metal llegue a su punto de fusión.	Sistema de alimentación de aire	Perdida de presión de aire en el sistema	Fugas en el circuito de alimentación de aire a presión	Disminución en velocidad y calidad del corte	A	6	3	10	180	Revisar el estado de los conductos y conexiones del sistema de presión de aire (Semestral)
	Boquilla	Perdida de redondez, aumento de la tolerancia y desgaste de la boquilla	Altas temperaturas de funcionamiento	Dispersión del calor concentrado en la boquilla lo que genera un corte deficiente e impreciso.	B	5	5	7	175	Verificar el estado de la boquilla (Semanal) Cambiar cuando sea necesario


Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 26. AMEF para la soldadora por fricción

	Máquina		ID Máquina	Área	Factibilidad Técnica				Tarea de Mantenimiento Propuesta		
	Soldadora por Fricción		SFr-01: I	Soldadura							
Realizar la unión de 2 o más piezas usando un material de aporte	Función	Elemento	Modo de Falla	Causa de Falla	Efecto de Falla	Criticidad	F	D	G	NPR	
		Mandril	Desgaste de mordazas del mandril	Fallos Operativos	Dificultades en el ajuste y desbalance de la pieza a la cual se va realizar la soldadura	B	5	3	7	105	Controlar el ajuste y aplicar la guía de uso correcto (Diaria).
		Pistón Hidráulico manual	Falta de compresión del fluido	Fugas de aceite	Perdida de comprensión del aceite hidráulico y disminución de la movilidad del pistón	A	6	5	9	270	Eliminación de la fuga mediante ajuste y colocación de empaquetadura.
		Pistón Hidráulico manual	Problemas en el desplazamiento del pistón	Falta de lubricación en las guías	Dificultad en el deslizamiento de las guías del mandril móvil	A	6	4	7	168	Lubricación en el eslabón que fija a el pistón con la palanca de accionamiento, asegurarse que su fijación con la mesa de trabajo sea firme, caso contrario ajuste de los elementos de fijación (Mensual)
		Manómetro	Error en registrar la presión adecuada	Falta de calibración o fugas en el acople del manómetro	Perdidas de presión Mediciones erróneas o en su defecto no marca ningún valor de medición	C	4	5	5	100	Eliminación de fugas o calibración del manómetro anual.

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 27. AMEF para horno crisol - Nabertherm

	Máquina		ID Máquina	Área	Factibilidad Técnica					Tarea de Mantenimiento Propuesta
	Horno Crisol		H-01: I	Fundición						
Función	Elemento	Modo de Falla	Causa de Falla	Efecto de Falla	Criticidad	F	D	G	NPR	
Fundir mediante la llama de quemador metales alcanzando la temperatura de fusión de los metales.	Refractarios	Ruptura del aislamiento refractario	Fallos operativos, Fatiga térmica	Fuga de calor, toma más tiempo para llegar al punto de fusión de los metales, pérdidas de temperatura	A	5	5	9	225	Manipulación cuidadosa a la hora de realizar la limpieza dentro de la estructura el horno para evitar fisuras o fracturas de los refractarios (Semestral) y evitar cambios bruscos de temperatura
	Sistema de alimentación de gas	Obstrucción en la línea de alimentación del flujo de gas	Problema en las válvulas de regulación de gas	Falta de alimentación o de regulación del gas	A	5	4	10	200	Mantenimiento de las válvulas
			El quemador no recibe un flujo constante ni uniforme.	Existe un flujo inestable en la llama, esto provoca aumento del tiempo en alcanzar temperaturas elevadas para la fundición de metales	A	5	8	7	280	Verificación de la integridad del sistema de alimentación de gas (Diaria) Cambio de manguera de alimentación de gas, cuando sea necesario
	Conductos de gas	Fugas en las tuberías	Golpes o daños en las uniones	Fuera de servicio por falta de seguridad	A	5	6	10	300	Eliminación de la fugas y revisión de las uniones del sistema de alimentación de gas.
	Quemador	Ruptura o daños	Fallos operativos	Deficiencia en el proceso de combustión o no funcionamiento del mismo o realiza deficiente la mezcla aire combustibles	A	5	8	9	360	Inspección de componentes del quemador trimestralmente.
	Panel de control	Fallo en el panel de control	Problemas eléctricos aumento de la resistencia o falsos contacto por presencia de polvo	No enciende el quemador	A	4	3	9	108	Revisión y limpieza del panel del control

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

3.7 Desarrollo de Plan de Mantenimiento Programado

El desarrollo del Plan de Mantenimiento consta de actividades preventivas que deben ser ejecutadas con una periodicidad y frecuencia definida, dichas actividades y tareas de mantenimiento fueron tomadas principalmente de las recomendaciones del fabricante conjuntamente con las tareas de mantenimiento propuestas anteriormente en el AMEF las cuales fueron definidas por el análisis del ambiente en el cual desempeñan su trabajo las máquinas y equipos del Bloque I.

Tabla 28. Plan de mantenimiento para torno CN

Nombre Del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Rutas o Frecuencia
Torno EMCO MAT-17D	<p>Verificar la cubierta del mandril y cubierta de la caja de transmisión esté correctamente colocadas.</p> <p>Comprobar que el carro transversal tenga suficiente aceite deslizante en sus guías, de no ser así coloque aceite sobre la guía.</p> <p>Verificar que se encuentre lubricado la tuerca de husillo del portaherramientas, de caso contrario colocar aceite deslizante.</p> <p>Chequear el interruptor del PARO DE EMERGENCIA.</p> <p>Inspeccionar el deslizamiento longitudinal del carro de la porta herramientas.</p> <p>Verificar que la rueda de engranaje cuente con suficiente grasa.</p>	Diaria
	<p>Colocar grasa en los puntos de lubricación del carro transversal.</p> <p>Verificar la lubricación de los pivotes de cambio de marcha, sino cuenta con suficiente agregue grasa.</p> <p>Chequear que exista un nivel del refrigerante adecuado, de no ser así coloque más o en su defecto retire el exceso.</p>	Semanal (5-7 días)
	<p>Lubricar con aceite deslizante las guías de rotación y guía del desplazamiento transversal del portaherramientas</p> <p>Lubricar los componentes de sujeción del contrapunto, además de sus respectivas guías</p> <p>Lubricar la tuerca y la guía superior del portaherramientas</p> <p>Limpiar el tanque de refrigerante</p> <p>Revisar los niveles del aceite en la caja de engranajes</p>	Quincenal (10 - 15 días)

Cambio de refrigerante	Trimestral (50-60 días)
Cambio de aceite en puntos de lubricación del sistema de engranajes	
Ajuste y calibración del cojinete del husillo principal (mandril)	
Control de temperatura previo al cambio del cojinete del husillo principal	
Ajuste de las tuercas de fijación dentro de la caja de engranajes	
Ajuste de la guía superior y tuerca del husillo superior del porta herramientas	Semestral (120 - 180 días)
Ajustar del husillo deslizante del volante del portaherramientas	
Ajuste de la corredera transversal de la guía superior del portaherramientas	
Cambio y tensado de la correa de transmisión	
Cambio y tensado de la correa dentada en la caja de velocidades	

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 29. Plan de mantenimiento para fresadora CN

Nombre del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Frecuencia
Fresadora CN EMCO MAT FB-450L	Controlar daños en cristales de puerta y área de trabajo.	Diaria
	Limpieza de bandeja de virutas.	
	Controlar nivel de lubricante-refrigerante.	
	Controla nivel de aceite en el depósito hidráulico.	Quincenal (10 - 15días)
	Limpiar o cambiar refrigeración de armario de distribuciones.	
	Controlar nivel de aceite en el depósito hidráulico.	
	Limpieza del área de trabajo.	
	Limpiar o aceitar partes bruñidas en la máquina.	Mensual (20 -28 días)
	Engrasar engranaje angular, cabezal porta fresa vertical mediante boquillas de lubricación	
	Engrasar engranaje angular eje Z mediante boquillas de lubricación	

	Limpieza de la lámpara de la máquina	
	Controlar el funcionamiento de la tecla de parada de emergencia.	
	Controlar todas las mangueras y conexiones.	
	Controlar cubierta de laminilla en carro Z	Trimestral
		(50 -60 días)
	Controlar el estado y tensión de las correas en accionamiento principal y motores de avance X, Y, Z	
	Controlar daños, hermeticidad, corrosión en tina de refrigerante	
	Cambio de lubricante-refrigerante	
	Engrasar guías de carros y cojinetes del husillo X, Y, Z mediante los puntos de lubricación respectivos.	
	Limpiar el tamiz del filtro de aceite en el depósito hidráulico.	Anual (320 - 365 días)
	Cambio de aceite hidráulico	
	Cambio de ventanillas de inspección	Cada dos Años
	Limpieza y calibración del cabezal porta fresa vertical	

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 30. Plan de mantenimiento para soldadora SMAW

Nombre Del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Frecuencia
Soldadora SMAW Lincoln Electric - Invertec -V155S	Revisar la integridad de los cables y conexiones.	Diaria
	Verifique para ver si el ventilador opera normalmente. Si el ventilador no rota y no tiene obstrucciones, reemplácelo.	Quincenal (10 - 15 días)
	Limpieza de la fuente de poder por dentro con aire comprimido de baja presión.	Mensual (20-30 días)
	Limpieza de la entrada de flujo de aire y rejillas de salida	

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 31. Plan de mantenimiento para soldadora TIG

Nombre del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Frecuencia
Soldadora Square Wave - TIG 200	<p>Verifique la operación correcta de la perilla de control, interruptores y botones de la parte frontal de la fuente de potencia.</p> <p>Si el interruptor no está en estado operativo, reemplácelo de inmediato.</p> <p>Verifique el funcionamiento soldadura de la pantalla LED. Si esta no funciona, de mantenimiento, o reemplace la PCB (tarjeta de circuitos impresos) de la pantalla.</p> <p>Verifique para ver si el ventilador opera normalmente. Si el ventilador no rota y no tiene obstrucciones, reemplácelo.</p> <p>Verifique las terminales de salida con respecto a sobrecalentamientos, y en tal caso cambie las terminales de salida.</p> <p>Asegúrese que las clavijas de los cables de soldadura se encuentren firmemente conectados.</p> <p>Revise las puntas de los cables de soldadura y el cordón eléctrico en busca de daños. Si tienen daños, reemplácelos.</p>	Diaria
	<p>Con aire comprimido seco y no potente, limpie la parte interna de la máquina de soldadura de arco. Especialmente para retirar el polvo de los disipadores térmicos, y los componentes de las PCB (tarjeta de circuitos impresos)</p> <p>Inspeccione la antorcha en busca de grietas o cables expuestos, reemplace si es necesario.</p> <p>Inspeccione entradas, conexiones y mangueras del sistema de alimentación de gas, reemplazar si es necesario.</p>	Mensual (20-28 días)

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 32. Plan de mantenimiento para soldadora MIG

Nombre Del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Frecuencia
Soldadora MIG Lincoln Electric - Power MIG - 180C	Revisar la integridad de los cables y conexiones, en caso de estar deteriorados replácelos.	Diaria
	Verificar el estado de las mangueras y accesorios del sistema de alimentación de gas. Replácelo en caso de estar en mal estado	
	Inspección y limpieza de las guías de alambre.	Mensual (20-30 días)
	Limpieza de la entrada de flujo de aire y rejillas de salida.	
	Limpieza de pistola y cable.	
	Limpieza de la sección de alimentación de alambre	Semestral (100 - 150 días)
	Limpieza de caja de engranajes	
	Cambio de la guía de alambre (toberas)	

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 33. Plan de mantenimiento para soldadora multiprocesos

Nombre Del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Frecuencia
Soldadora Multiprocesos Lincoln Electric - Power Wave C300	Revisar la integridad de los cables y conexiones.	Diaria
	Limpieza de las rejillas de entrada, salida y canales de enfriamiento con aire de baja presión.	Semanal (5-7 días)
	Verifique para ver si el ventilador opera normalmente. Si el ventilador no rota y no tiene obstrucciones, reemplácelo.	
	Calibración de la máquina de voltaje y amperaje	Anual (310 - 360 días)

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 34. Plan de mantenimiento para cortadora plasma

Nombre del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Frecuencia
Cortadora Plasma Powermax 45XP	Revise los indicadores LED y corrija cualquier condición de falla.	Diaria
	Revisar si los consumibles (escudo frontal - deflector - boquilla - electrodo - anillo distribuidor - ring de la antorcha) está bien instalados y no tienen desgaste. Nota: para obtener más detalles sobre el desgaste de los consumibles revise la pag 175 del manual del fabricante	
	Pruebe el interruptor de inhabilitación de la antorcha para asegurarse de que efectivamente inhabilite y active la antorcha.	Quincenal (10 - 15días)
	Con la fuente de energía encendida (ON), ponga el interruptor de inhabilitación de la antorcha en la posición de bloqueo amarillo (X)	
	Asegúrese de que la antorcha no dispare un arco. Asegúrese de que la antorcha emita varios soplos de aire en rápida sucesión.	
	Reemplace el interruptor de inhabilitación de la antorcha si no está funcionando correctamente.	Trimestral (50 -60 días)
Cortadora Plasma Powermax 45XP	Revisar el cable de alimentación y el enchufe. Reemplazarlos si están dañados.	
	Inspeccione que el gatillo no esté dañado además revisar que el cuerpo de la antorcha no tenga fisuras y cables expuestos. Reemplazar cualquier pieza dañada.	
	Inspeccione los cables y mangueras de la antorcha. Reemplazarlos si están dañados.	
	Reemplazar cualquier etiqueta dañada.	
	Reemplace el recipiente de filtro de aire y el elemento filtrante	Semestral (120 180 días)
Cortadora Plasma Powermax 45XP	Ponga el interruptor de energía de la alimentación de energía en posición apagado (OFF) (O). Desconecte el cable de alimentación de la fuente de energía. Desconecte la alimentación de gas de la parte de atrás de la fuente de energía.	
	Retire filtro de aire al desatornillar el protector de metal hasta que se separe del conjunto del filtro de aire que se encuentra dentro de la alimentación de energía. Retire el filtro de aire de la protección de metal. Saque el elemento filtrante del filtro haciendo palanca. Tener cuidado de no dañar el ring de la parte de arriba del recipiente.	
Cortadora Plasma Powermax 45XP	Coloque el filtro de aire en su lugar al atornillar la protección de metal al conjunto del filtro que se encuentra dentro de la alimentación de energía.	

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 35. Plan de mantenimiento para cortadora plasma

Nombre del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Frecuencia
Cortadora Plasma Victor Thermal Dynamics- 52 Cutmaster	Revise las piezas consumibles de la antorcha, reemplácelas si están dañadas, desgastado o cuando el rendimiento del corte ha disminuido.	Diaria
	Compruebe el plasma y el suministro secundario y la presión.	
	Purgue la línea de gas de plasma para eliminar la acumulación de humedad.	
	Verifique el funcionamiento del ventilador y el flujo de aire adecuado.	Quincenal (10 - 15días)
	Inspeccione la antorcha en busca de grietas o cables expuestos, reemplace si necesario.	
	Inspeccione el cable de alimentación de entrada por daños o cables expuestos, reemplazar si es necesario.	
	Revise los filtros de aire en línea, límpielos o reemplácelos según sea necesario.	Quimestral (100 -150 días)
	Revise los cables y las mangueras por fugas o grietas, reemplace si es necesario.	
	Verifique todos los puntos de contacto para detectar arcos o hoyos severos, reemplazar si es necesario.	
	Aspire el polvo y la suciedad de toda la máquina.	

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 36. Plan de mantenimiento para soldadora por fricción

Nombre Del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Frecuencia
Soldadora por Fricción	Inspeccionar la máquina y aplicar la guía de uso correcto. Inspección de fugas de aceite y colocar empaquetaduras si es necesario. Inspección de fugas en el acople del manómetro.	Diaria
	Lubricación del eslabón que fija el pistón con la palanca de accionamiento. Inspeccionar empaquetadura en las fugas. Ajuste de los elementos de fijación de la mesa de trabajo.	Mensual (20 - 30 días)
	Calibración del manómetro	Anual (310-360 días)

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

Tabla 37. Plan de mantenimiento para horno de crisol

Nombre Del Equipo	Actividades Preventivas de Mantenimiento	Frecuencia
Horno de Crisol	Revisar el ajuste de correas y poleas, en caso de estar deteriorados replácelos. Revisar el estado de refractario. Verificar la existencia de fugas sistema de alimentación de gas.	Diaria
	Revisión del estado de las válvulas del tanque de gas. Limpieza de residuos de fundición Verificar obstrucciones en el sistema de alimentación de gas. Reparcheo y Verificación del ajuste del refractario. Revisión y limpieza del panel de control.	Mensual (20 - 30 días)
	Lubricación de rodamientos en el Quemador	Trimestral (65-90 días)
	Revisar el estado del refractario. Cambio si es necesario	Anual (310-360 días)

Elaborado por. Luis Mena y Daniel Arias

3.7.1 Cronograma del Plan de Mantenimiento

Para el desarrollo del cronograma de actividades de mantenimiento se tiene que conocer los principales tipos de fallos los cuales tienden a producirse con mayor frecuencia, y con un alto riesgo de provocar daños críticos a las máquinas.

Una vez teniendo la información y el conocimiento necesario sobre los fallos, se puede desarrollar el plan de mantenimiento mediante la identificación, selección, planificación y en un futuro ejecución ordenada de las actividades y tareas preventivas de mantenimiento, para incluirlas dentro del cronograma de mantenimiento cada una con su respectiva ubicación cronológica dentro del periodo de un año.

El cronograma de mantenimiento se encuentra detallados en la sección de ANEXOS.

- Torno CN	Anexo 10
- Fresadora CN	Anexo 11
- Soldadora SMAW	Anexo 12
- Soldadora MIG	Anexo 13
- Soldadora TIG	Anexo 14
- Soldadora Multiprocesos	Anexo 15
- Soldadora por Fricción	Anexo 16
- Cortadora Plasma Powermax 45XP	Anexo 17
- Cortadora Plasma 52 Cutmaster	Anexo 18
- Horno Crisol	Anexo 19

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de Resultados de Indicadores de Mantenimiento

Los valores de HTF- HTP- MTTO- HTPA- N. de fallos - HT-MC- HT-MP son determinantes para el cálculo de indicadores de mantenimiento, la Tabla 12 detalla dichos resultados. Además, cabe mencionar que el análisis y discusión de resultados esta realizado en base a cada sección del Bloque I que cuenten con el mayor índice de valores en comparación de entre los demás campos de estudio, siendo así nos enfocaremos directamente sobre ellos para dar una explicación coherente del análisis.

La Figura 35 indica que la sección de Torneado tiene el mayor valor de horas totales de mantenimiento con 144,1 horas en donde el 94% de HTP-MTTO fueron destinadas a la ejecución de MC y tan solo un 6% fueron programadas al MP, esto nos indica que 136,43 horas fueron dedicadas para solucionar los incidentes no previstos y ejecutar acciones correctivas, provocando una cifra igual de HTPA. Es distinto para la sección de Fresado la cual tiene el valor más alto de HT-MP con 13 horas representado con un 34% aproximadamente casi 6 veces superior al de la sección de Torneado.

El análisis de resultados indica que se debe disminuir las HT-MC y programar más HT-MP por consecuencia las HTPA también disminuyen y la disponibilidad de operatividad aumenta eso se ve reflejado en más horas operativas de los tornos.

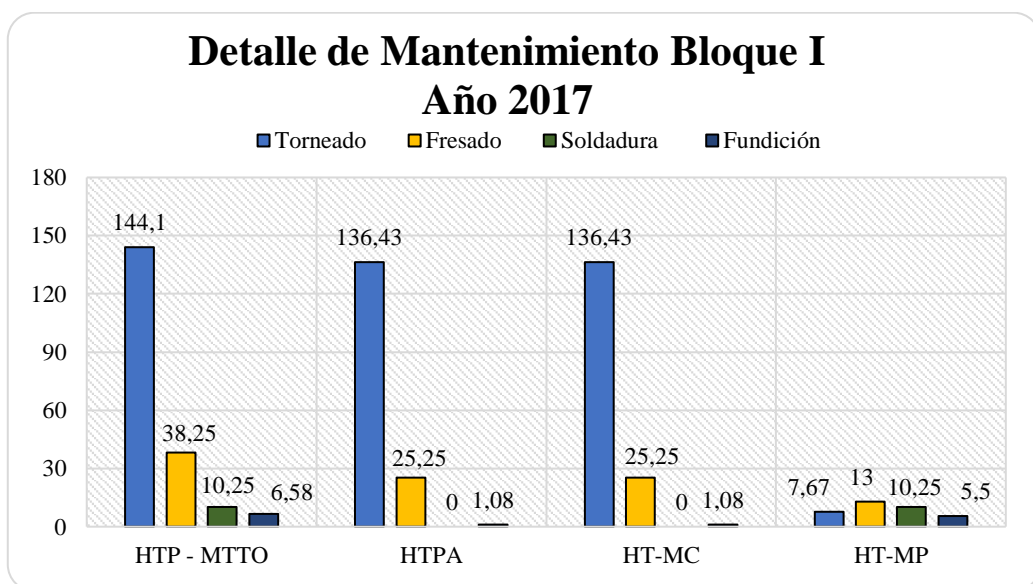


Figura 35. Resultados del detalle de mantenimiento Bloque I correspondiente al año 2017
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

La Figura 36 representa el valor en porcentaje de cada sección respecto al número de fallos que se ha presentado en el periodo 2017, el Bloque I cuenta con un total de 69 N.- de Averías de las cuales 50 se dieron en la sección de Torneado; 17 en Fresado; 2 en Fundición mientras que la sección de Soldadura no cuenta con ningún registro de averías

Los resultados dan a conocer que la sección con la que más averías registra es la de Torneado, esto va sujeto con el análisis realizado en la Figura 35, ya que al tener un bajo porcentaje de horas para el MP repercute a que los tornos tiendan a fallar con más frecuencia, debido a que no se tiene la atención necesaria para prevenir fallos.

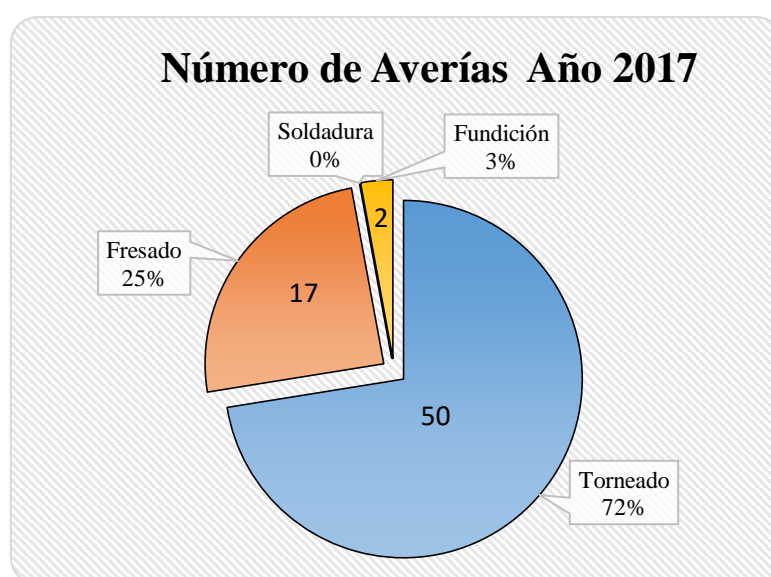


Figura 36. Análisis porcentual de averías respecto a cada sección del Bloque I – 2017
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

La Figura 37 hace referencia a un comparativa de los valores obtenidos de la Tabla 11 del periodo 2018, es de evidenciarse según la Figura 37 que la sección de Fresado tiene supremacía sobre las horas de mantenimiento con 46 horas de las cuales 36 representan un 78,3 % de horas dedicadas MC, mientras que 10 horas con un porcentaje del 21,7% fueron programas para realizar MP en comparación al 2017 existen una disminución de aproximadamente del 13 %, además de un incremento de las HTPA con un valor de 36.

Mientras que en la sección de Torneado hubo una disminución significativa de 136,34 HT-MC en el 2017 a 20,33 HT-MC y un incremento del 6 % en 2017 al 27,5 % en el 2018 en el porcentaje de HT-MP, por consecuencia aumento la disponibilidad de operatividad y disminuyo la HTPA.

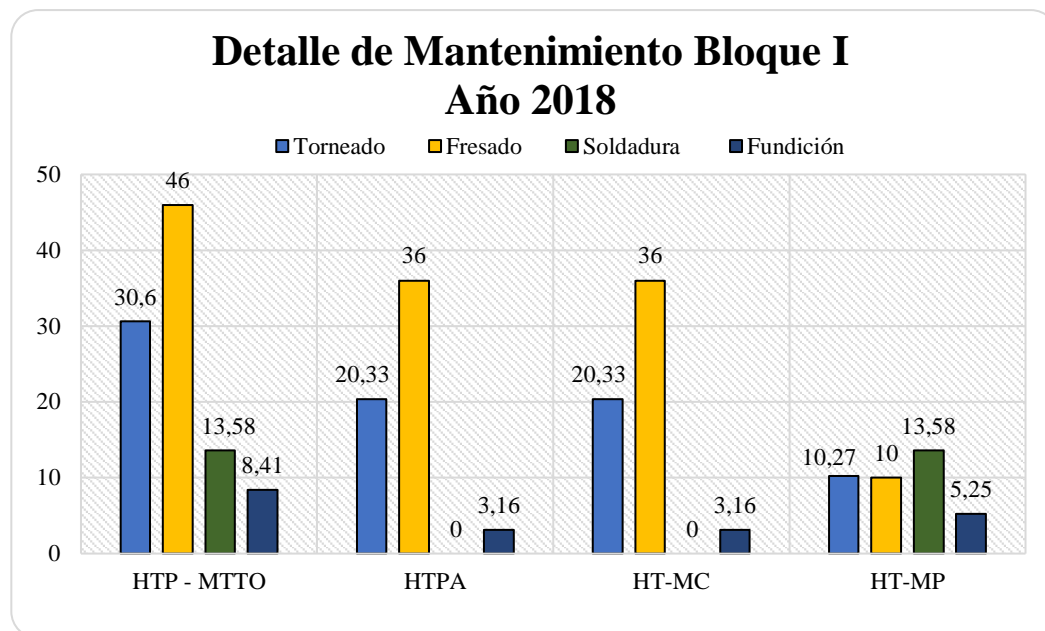


Figura 37. Resultados del detalle de mantenimiento Bloque I correspondiente al año 2018
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

El análisis de resultados de la Figura 37 determina que entre el 2017 y 2018 la sección de Fresado presento un descuido en las HT-MP disminuyendo su valor, por lo cual se ve reflejado en las HTPA las que incrementaron, cabe recalcar un punto positivo sobre los valores del 2017 y 2018. En el periodo del 2017 los valores representados eran mucho más altos que los del periodo 2018, esto se debe principalmente a que las máquinas y equipos son nuevos y basándonos en la curva de fallos de la bañera “al inicio de la vida útil se presenta un índice más alto de fallos, mientras que con el transcurso del tiempo este índice disminuye y se estabiliza”, por lo cual se hace referencia que las máquinas y equipos del Bloque I se encuentran en este punto respecto a su vida útil.

La Figura 38 representa el valor en porcentaje de cada sección respecto al número de fallos que se ha presentado en el periodo 2018, el Bloque I registra una disminución en 43 fallos en comparación del 2017 mientras que en el 2018 se registraron un total de 26 N.- de Averías de las cuales 18 se dieron en la sección de Torneado; 4 en Fresado; 4 en Fundición mientras que la sección de Soldadura no cuenta con ningún registro de averías

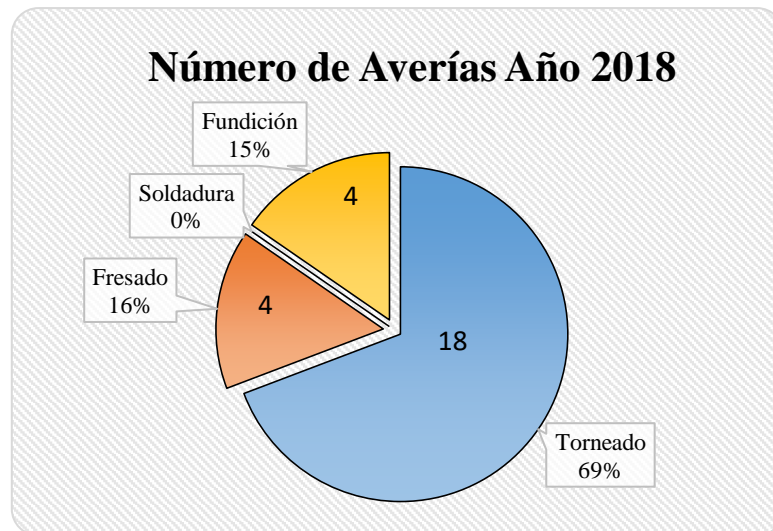


Figura 38. Análisis porcentual de averías respecto a cada sección correspondiente al año 2018
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

El análisis de resultados da a conocer que la sección con la que más averías se registra es la de Fresado, esto va sujeto con el análisis realizado en la Figura 37, debido a que se redujo las horas dedicadas al MP, por ende, se incrementó las HTPA y disminuyó la disponibilidad operativa esto repercute que las fresadoras estén más expuestas a fallar con más frecuencia, debido a que se descuidó la atención del MP de entre el año 2017 al 2018. Aunque también de la misma manera se disminuyó el N.- de Averías, pero esto queda obsoleto debido a que el índice de HT-MC siguen teniendo un valor más alto que el de las HT-MP.

La Figura 39 representa la comparativa entre el año 2017 y 2018 de los valores porcentuales del indicador de Disponibilidad de operatividad de las máquinas y equipos del Bloque I, valores obtenidos mediante el cálculo de la Ec. (1) como se puede observar en la figura los valores en el 2018 son valores altos, por lo cual el análisis se enfocará en el periodo 2017, debido a que ahí se encuentra los valores más críticos.

La sección de Torneado registra el menor valor de Disponibilidad con un 84 %, esto quiere decir que de las 1600 HTF en el 2017 los tornos estuvieron operativos 1344 HTF y mientras que las 256 horas restantes son el resultado de la suma de las HTP-MTTO destinadas a realizar MC o MP y las HTPA ya que son el tiempo que tarda el personal de mantenimiento en intervenir con la ejecución de algún tipo de acción para solucionar el fallo. Sabiendo esto la suma de días de no operatividad es de 51 en el 2017 en los tornos que presentaban fallos. Este tema se profundiza de mejor manera en la Figura 44.

Además, se debe de tomar en consideración que los valores de las HT-MC y las HTPA son los mismos debido a que los registros de mantenimiento no CONTABAN con un valor para las HTPA, por lo cual se asumió que las horas dedicadas al MC fueran las mismas que las horas en que la máquina estuviera fuera de operatividad (HTPA).

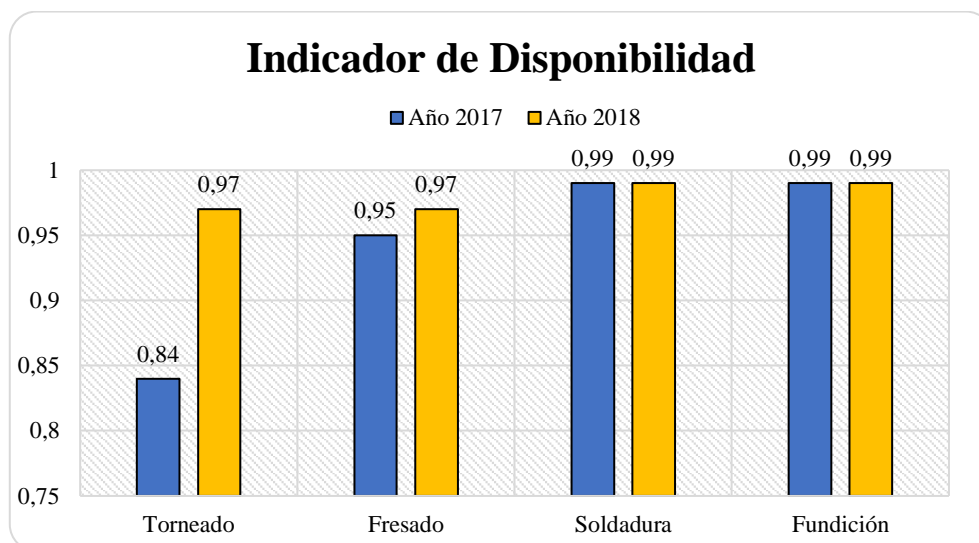


Figura 39. Comparativa de la disponibilidad de máquinas y equipos
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

La figura 40 representa la disponibilidad proyectada si se implementa al plan de gestión de mantenimiento propuesto. Como se observa en la Figura 39 durante el periodo 2018 existe una disponibilidad del 97% en las áreas de Torneado y Fresado. Debido a la disminución de los fallos operativos, mala lubricación o falta de la lubricación se logra aumentar esta disponibilidad hasta un 98% en dichas áreas.

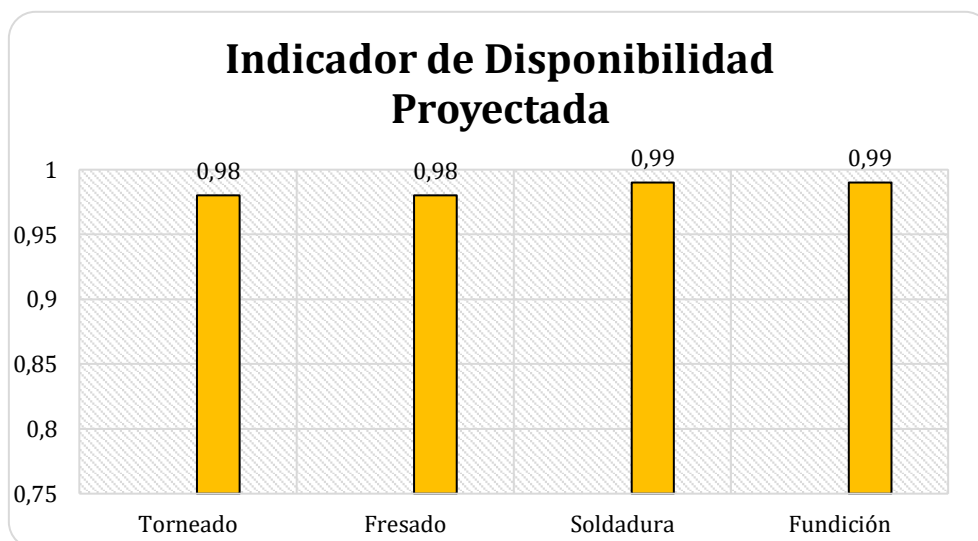


Figura 40. Disponibilidad de máquinas y equipos planificado
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

En la Figura 41 se representan los valores de los indicadores de MTBF entre el periodo 2017 y 2018 como se puede observar la sección de Fundición es la que cuenta con el mayor número de horas entre cada reparación en el 2017 con un máximo de 800 horas esto quiere decir que el horno registró una falla cada 5 meses aproximadamente llegando a tener un promedio de N.- de averías de 2 fallos por año, mientras que la sección de Torneado registra el menor número de horas entre cada reparación con un total de 31,37 horas es decir que registró una falla cada 6 días aproximadamente una por semana y teniendo un promedio de N.- de Averías de 51 fallos por año.

En el año 2018 se registraron una disminución del 50% en el MTBF de la sección de Fundición haciendo que el promedio N.- de averías anual de fallos incremente a 4 por año produciéndose un fallo cada 3 meses, mientras tanto la sección de Torneado tuvo un incremento positivo en el MTBF a 200 horas disminuyendo el promedio de N.- de averías anual a 12 fallos por año aproximadamente 1 fallo mensual.

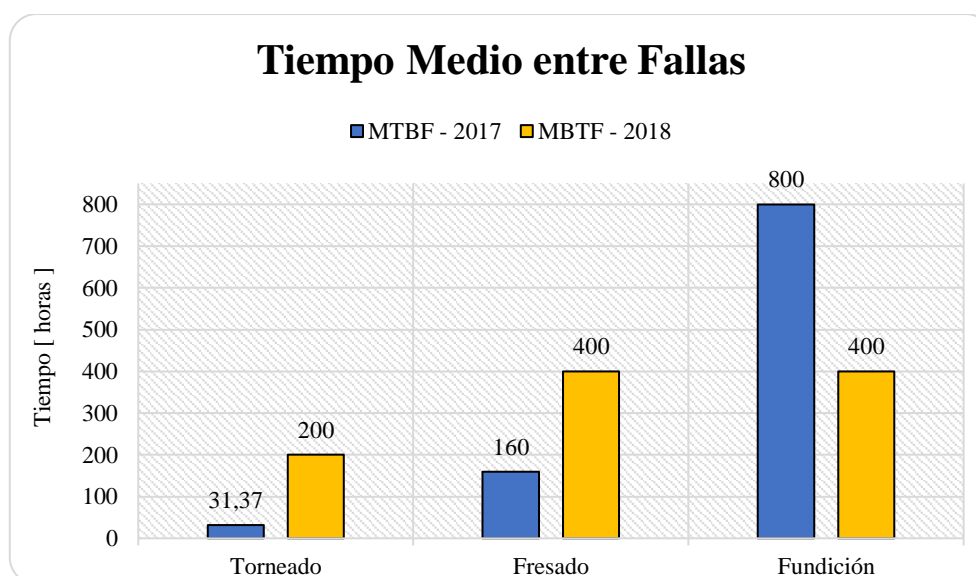


Figura 41. Comparativa del indicador MBTF
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

En la Figura 42 se puede observar la comparativa del tiempo medio de reparación entre el periodo 2017 y 2018, en la sección de Fresado existe un incremento del MTTR de 2,52 en el 2017 a 9 para el año 2018, el incremento de MTTR tiene una relación directamente proporcional con las HT-MC debido a lo cual cada variación que tenga el MTTR se verá afectado al valor de las HT-MC. La finalidad del Indicador de MTTR es disminuir sus valores lo máximo posible para reducir el tiempo de no operatividad de que las máquinas o equipos provocando el aumento de la disponibilidad operativa, los

valores para la sección de Torneado son muy similares variando solo en un 0,44 entre el año 2017 y 2018. El MTTR únicamente se toma cuando se realiza MC.

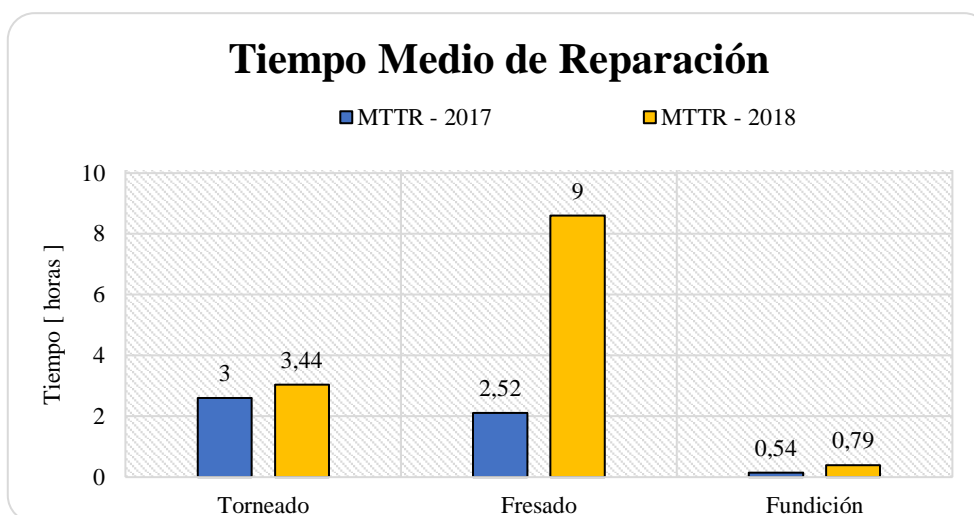


Figura 42. Comparativa del indicador MTTR
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

La Figura 43 muestra los valores porcentuales del IMC entre el periodo 2017 y 2018 en el año 2017 la sección de Torneado registra un valor muy alto del 95% del IMC lo cual no es nada beneficioso esto quiere decir que el MP se ha visto desatendido casi por completo, existe una mejora en el 2018 con una disminución del 29%, en el caso de las cifras para la sección de Fresado existe un incremento del IMC del 66% en el 2017 a un 78% en el 2018 lo cual hace reflexionar que no se mantiene una formula fija para lograr disminuir el IMC, ya que en la sección de Torneado presenta una disminución mientras que en la sección de Fresado existe un incremento, tomando en cuenta que ambas secciones están siendo evaluadas en el mismo lapso de tiempo y espacio la causa se debe a la inexistencia de un plan de gestión de mantenimiento que permita tener el control y organización del mantenimiento.

El análisis de resultados determina que el valor tan alto del IMC se debe principalmente al uso excesivo del MC para solucionar los fallos, mientras tanto que no existe una programación adecuada de un plan de mantenimiento con actividades preventivas que ayuden a disminuir los índices del IMC.

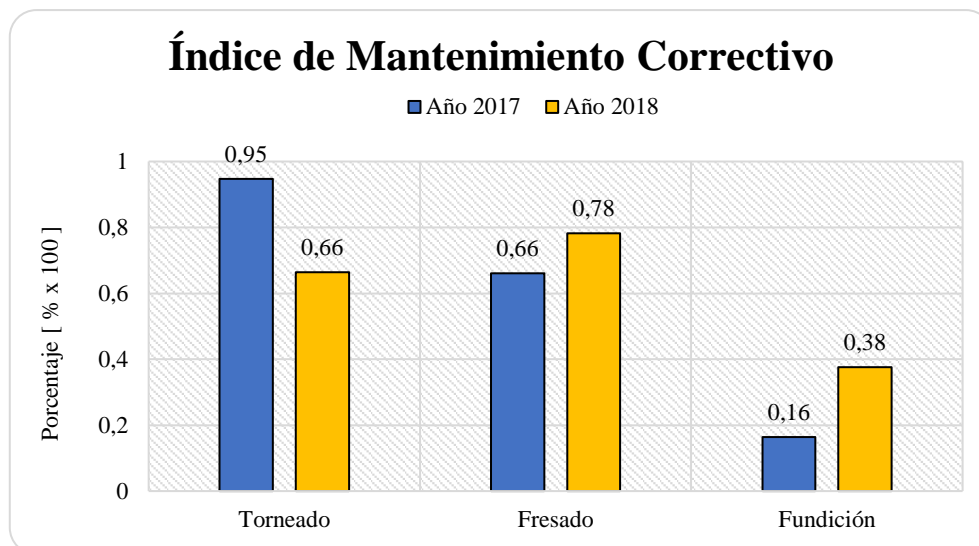


Figura 43. Comparativa del IMC.
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

La Figura 44 hace referencia a valores del IMP evaluado entre el periodo del 2017 y 2018, como se puede observar en la sección de Soldadura se representa un índice del 100% debido a que no se han encontrado registros de averías durante los dos periodos analizados ya que todas las intervenciones han sido actividades de MP. Con respecto a las secciones de Torneado y Fresado respectivamente los valores mostrados en la Figura 43 justifican los de la Figura 42, como era de evidenciarse ambas secciones muestran bajo valor de IMP con valores de 0,05 % en el 2017 y 0,34% en el 2018 para la sección de Torneado mientras tanto los valores para la sección de Fresado son 0,34% para el 2017 y 0,22% en el 2018.

El análisis de resultados refleja la falta de ejecución de MP dentro de casi todas las secciones del Bloque I exceptuando las secciones de Fundición y Soldadura, tomando en consideración también que estas no están expuestas a las mismas horas de trabajo que los tornos y fresadoras, por lo cual hace que tengan una menor probabilidad a fallar.

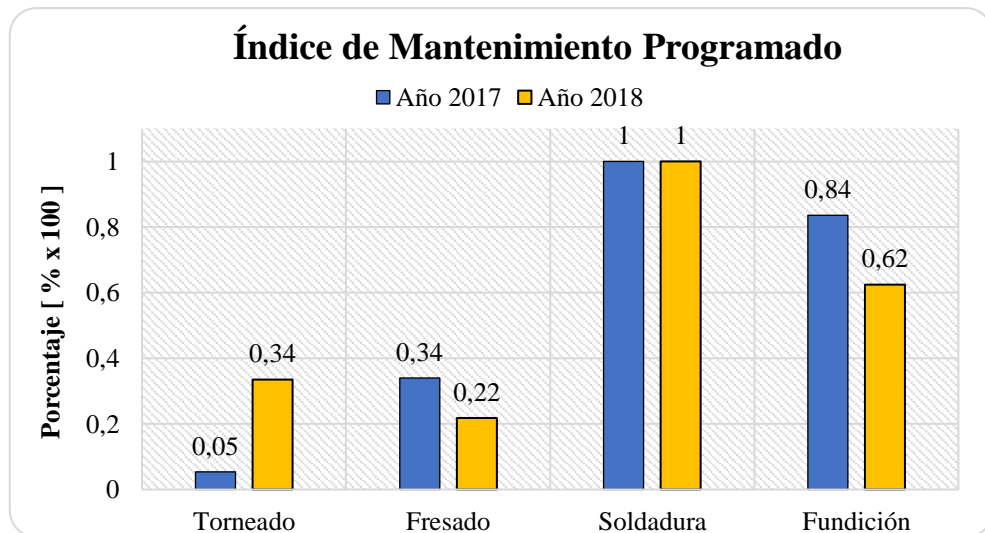


Figura 44. Comparativa del IMP.
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Dentro de la Figura 45 se describe detalladamente el número de averías de cada Torno EMCO MAT -17D durante el periodo 2017 y 2018 respectivamente.

Es importante resaltar que el análisis individual de la sección de Torneado se debe principalmente a la necesidad de conocer más a fondo el índice de fallo de cada torno , para identificar y determinar cuál de ellos ha presentado mayor inconveniente en cuanto a fallas se refiere, mediante este análisis se determinó que en el periodo 2017 el torno T-05:I presentó el mayor índice de fallo con un numero de averías de 9 representando un 17,64% del total de averías en el 2017 , mientras que el en 2018 el torno que presentó más fallos fue el T-03:I con un total de 4 fallas representando un 22,22 % del total de averías en el 2018 , dando a entender que del 2017 al 2018 se evidencio una disminución en el número de fallos debido a que en el 2018 existió un aumento significativo en el IMP como lo muestra la Figura 43, lo cual nos dice que se tuvo más cuidado a la hora de realizar MP en la sección de Torneado.

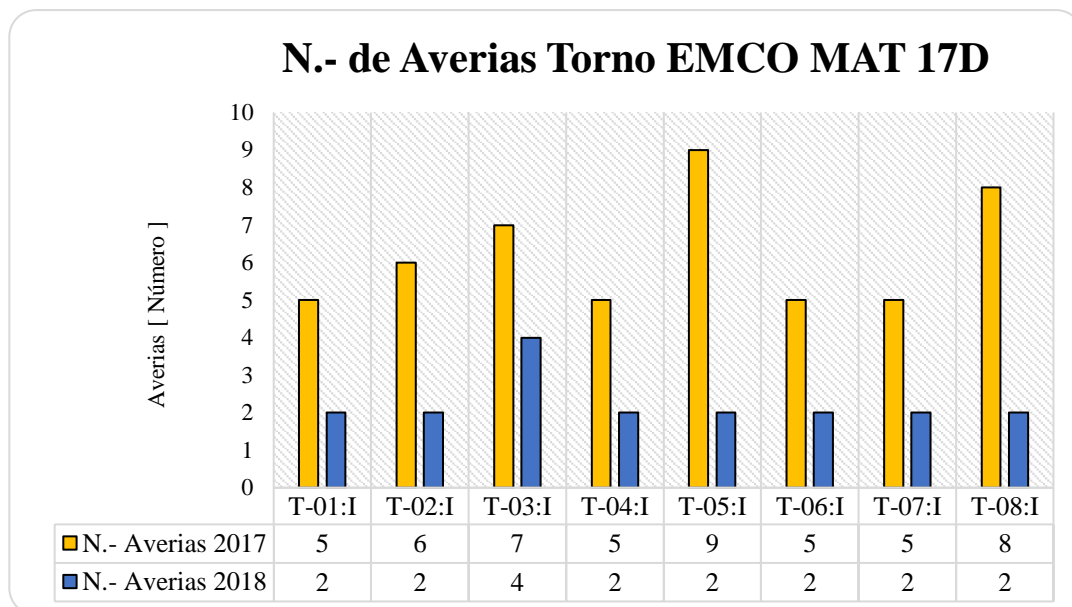


Figura 45. Comparativa del detalle de averías en la sección de torneado
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

De igual manera la Figura 46 representa el valor del número de averías analizada para cada Fresadora EMCO MAT – FB 450L durante el periodo 2017 y 2018 respectivamente, debido a lo cual se puede observar que la fresadora FR-07: I tiene un mayor índice de fallos en el 2017 teniendo 4 fallos, por otra parte, la fresadora FR-04: I es la más frecuente a fallar teniendo de igual manera 4 fallos en el 2018.

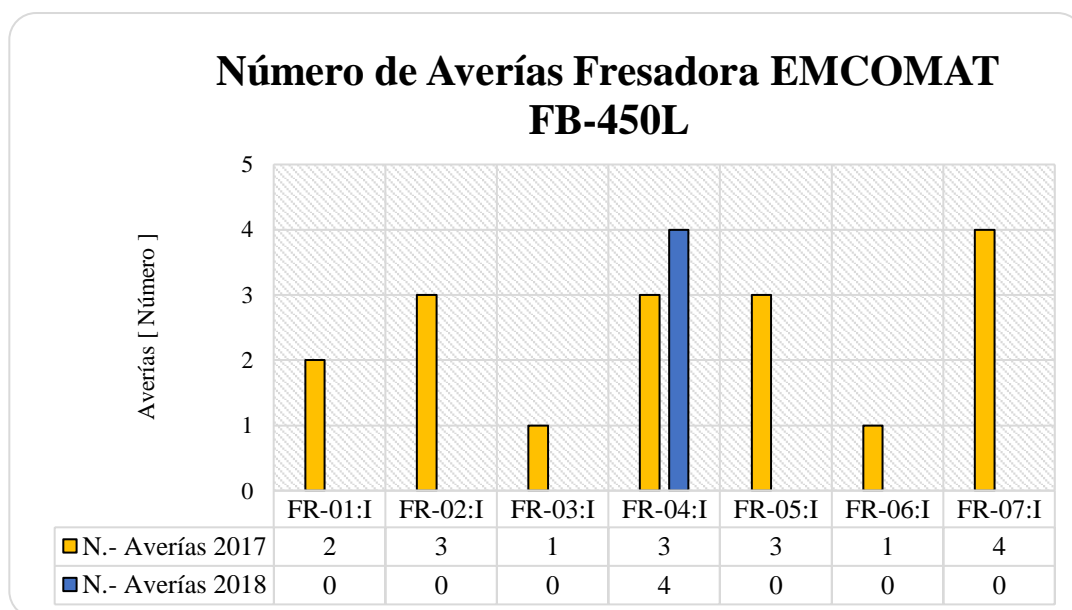


Figura 46. Comparativa del detalle de averías en la sección de fresado
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

4.2 Análisis Económico

Tabla 38. Proyección del presupuesto para el desarrollo e implementación de la Gestión de Mantenimiento

PRESUPUESTO ANUAL DEL PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO		
DETALLE	VALOR	
1. COSTO DEL DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO	\$430,00	
Transporte	\$80,00	
Insumos de Oficina	\$100,00	
Elaboración del Plan de Gestión Mantenimiento	\$100,00	
Varios	\$150,00	
2. COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO	\$550,00	
2.1 Señalética de Identificación	<u>\$140,00</u>	
Plotter del ART sección Máquinas y Herramientas	\$20,00	
Plotter del ART sección Soldadura	\$20,00	
Plotter del ART sección Fundición	\$20,00	
Rótulos de Precaución	\$50,00	
Identificación de líneas de fluidos (aire, argón, CO2, GLP)	\$30,00	
2.2 Capacitación del Sistema de Gestión de Mantenimiento	<u>\$410,00</u>	
Seminario sobre el Mantenimiento Preventivo (EPN)	\$200,00	
Socialización sobre Mantenimiento Preventivo (Colaboradores UPS)	\$160,00	
Diseño de un video Tutorial para el correcto uso del SMC-UPS: I	\$50,00	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	\$980,00	

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

4.2.1 Costo Beneficio

Después de realizar el Presupuesto Anual para la Implementación del Plan de Gestión de Mantenimiento para el Bloque I detallado de mejor manera en la Tabla 38, se pudo determinar que en el año 2018 se tuvo un Presupuesto planificado de \$1107,00 de lo cual lo ejecutado para el Mantenimiento de \$3710,90, generando un déficit de \$2603,90 debido a la ocurrencia de 26 fallos que requirieron acciones correctivas para ser solucionados, dentro de este análisis se contempla la disminución de los fallos operativos y por falta o mala lubricación de los cuales corresponden un total de 10 fallos.

El índice de dichos fallos representa aproximadamente un 38% del total de las averías registradas lo que represento un gasto de \$1410 en el año 2018, por lo cual se tiene proyectado que luego de la ejecución del Plan de Gestión de Mantenimiento que tiene como objetivos eliminar las causas de estos fallos y cuyo costo de implementación es de \$550 dólares, se suprima el porcentaje de fallos operativos y por falta de lubricación generando así un ahorro de \$860 dólares, que contribuiría además de generar una mejor gestión de mantenimiento, alargar la vida útil de las máquinas, una mayor disponibilidad con el fin de aumentar la calidad de enseñanza.

De acuerdo a esto, como proyección para los próximos años, a medida que se utilice de mejor manera el sistema de gestión de mantenimiento y ya no existiendo el costo de implementación del mismo permitirá eliminar el déficit presupuestario ahora existente.

4.2.2 Costo de Ejecución

Tomando las sugerencias del fabricante y siguiendo las rutas de mantenimiento propuestas se tiene el siguiente presupuesto anual de ejecución que se detalla a continuación en la tabla 39 en la cual las cantidades de la parte de lubricación se encuentran expresadas en litros, además para el refrigerante se tiene una relación 20:1 en la sección de fresado y 11:1 en la sección de torneado. Los consumibles de soldadura están expresados en unidades.

Tabla 39. Proyección del presupuesto de ejecución del plan de Gestión de Mantenimiento

PRESUPESTO ANUAL DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
1. Sección Torno				\$1.206,65
1.1 Aceite Texaco Randon HD32	40	Litros	\$3,114	\$124,56
1.1 Aceite Texaco Randon HD 68	48	Litros	\$3,024	\$145,15
1.3 Aceite soluble Chevron D	176	Litros	\$5,3235	\$936,94
2. Sección Fresadora				\$3.068,10
2.1 Aceite Texaco Randon HD32	35	Litros	\$3,114	\$108,99
2.2 Aceite Texaco Randon HD 68	42	Litros	\$3,024	\$127,01
2.3 Aceite soluble Chevron D	532	Litros	\$5,3235	\$2.832,10
3. Sección Soldadura				\$124,80
3.1 Boquilla soldadora MIG	4	Unidad	\$10,714	\$42,86
3.2 Difusor soldadora MIG	4	Unidad	\$8,036	\$32,14
3.3 Tobera soldadora MIG	4	Unidad	\$1,335	\$5,34
3.4 Boquilla Cortadora Plasma 52 Cutmaster	1	Unidad	\$13,214	\$13,21
3.5 Electrodo Cortadora Plasma 52 Cutmaster	1	Unidad	\$9,821	\$9,82
3.6 Boquilla Cortadora Plasma Powermax 45XP	1	Unidad	\$8,482	\$8,48
3.7 Electrodo Cortadora Plasma Powermax 45XP	1	Unidad	\$12,946	\$12,95
SUBTOTAL				\$4.399,55
IVA 12%				\$527,95
COSTO TOTAL DE EJECUCIÓN				\$4.927,50

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

CONCLUSIONES

De los indicadores de gestión de mantenimiento se seleccionó los siguientes: Disponibilidad, MTBF, MTTR, IMC, IMP, lo cual nos permitió conocer el estado actual de las máquinas, además nos ayudaron para estar al tanto del índice de fallas. En el área de torneado se tuvo un total de 68 fallas, el área de fresado tuvo un total de 21, el área de fundición tuvo un total 6 y la sección de soldadura no presenta fallas en el periodo analizado que corresponde a los años 2017-2018.

La disponibilidad técnica la cual encuentra alrededor del 84% a 99% durante el año 2017, durante el año 2018 se ve un incremento de la disponibilidad alrededor de un 97% a 99% en las secciones de los Laboratorios del Bloque I. El indicador de tiempo medio entre fallas nos ayudó a conocer la fiabilidad de las máquinas la cual se encuentra alrededor de un 90% a 95% en las respectivas secciones. Este incremento se da debido a la disminución de fallas operativas por parte de los estudiantes

La propuesta del Plan de Mantenimiento planteada contiene rutas de mantenimiento diarias, quincenales, mensuales, quimestrales, semestrales, anuales según las recomendaciones del fabricante, además de un análisis de modo de fallos lo cual va a permitir al momento de implementar reducir el índice de mantenimiento correctivo y aumentar el índice de mantenimiento preventivo para así incrementar la vida útil de las máquinas.

El desarrollo de la herramienta informática SCM –UPS: I fue diseñada mediante la utilización del programa Access, esta cuenta con una base de datos; un historial del mantenimiento; dos formularios de ingreso de información siendo el primero para Registro de Fallos y Averías mientras que el segundo es para el Registro del Nuevo Inventario, tiene la capacidad de generar informes. Con esto se va a lograr no perder la trazabilidad de la información y dar un mejor seguimiento al plan de mantenimiento propuesto además de aumentar la confiabilidad en la información almacenada para que pueda ser usada en futuros proyectos.

La implementación del sistema, de Gestión de Mantenimiento tiene un costo de \$550 dólares generando un beneficio cuantitativo de \$860 dólares y un beneficio cualitativo dirigido hacia una mayor disponibilidad, un periodo de vida útil más largo de las maquinas con una mejora de calidad en la enseñanza.

RECOMENDACIONES

Para que la gestión de mantenimiento surja y tenga el resultado positivo que se espera es de suma importancia que se implemente nuestra propuesta de los formatos (ART-Guía de Uso correcto de Máquinas y Equipos) visualizados y desarrollados en primera instancia para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica de la UPS sede Quito, debido a que la implementación de los mismo aportaran de forma significativa y positiva a su proceso de aprendizaje, además de involucrados dentro de las actividades cotidianas de mantenimiento que pueden ser realizadas mientras operan las máquinas y equipos del Bloque I.

El desarrollo de nuestra herramienta informática SCM-UPS: I registra la información de mantenimiento del Bloque I, debido a lo cual fácilmente podría ser utilizada como base para futuros proyectos de titulación donde se profundice más sobre este tema.

A medida que se vaya implementando los distintos pilares del TPM en los laboratorios del bloque I ya sea por la misma universidad o futuros proyectos de titulación con el objetivo de que dicha implementación pueda ser tomada en cuenta como una propuesta tentativa de mantenimiento para los distintos laboratorios de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana de la Sede Quito.

REFERENCIAS

- [1] M. B. Muñoz Abella, «Mantenimiento Industrial,» Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2008.
- [2] L. Sanzol Iribarren, IMPLANTACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO TPM EN PLANTA DE COGENERACIÓN (PRE GRADO), NAVARRA: UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA, 2010.
- [3] A. E. Pasátes Huerta, ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y PREVENTIVO EN FUNCIÓN DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA EMPACADORA DE CAMARON (PRE GRADO), Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2007.
- [4] E. Chang, PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA PEQUEÑA EMPRESA DEL RUBRO DE MINERÍA PARA REDUCCIÓN DE COSTOS DEL SERVICIO DE ALQUILER, Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2008.
- [5] A. M. Sánchez, TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO. METODOLOGIA DE APLICACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES, Bogota: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, 2017.
- [6] L. Pinto Jonas, «Mantenimiento Productivo Total (TPM),» *Revista Electroindustria*, pp. (117):100-101, 2010.
- [7] C. Tuarez Medranda, «Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) (Tesis doctoral),» 2013. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMENTACION%20DE%20TPM%20EN%20EMBOTELLADORA%20DE%20BEBIDAS%20GASEOSAS.pdf>.
- [8] E. Fernández Álvarez, «Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM (Tesis de maestría),» 2018. [En línea]. Available: <http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/47868/1/Gesti%C3%B3n%20de%20Mantenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf>.

- [9] R. Castillo, A. T. Prieto y E. Zambrano, «Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas,» *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, pp. Vol. 17, núm. 3, pp. 495-511, 2015.
- [10] J. F. Morales Zamora, «Estudio sobre el estado de situacion de la implementacion del TPM en Chile,» s.a. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/14648916-Estudio-sobre-el-estado-de-situacion-de-la-implementacion-del-tpm-en-chile-autor-juan-francisco-morales-zamora-mail-juanframz-123.html>.
- [11] L. Schvad, Máquinas Herramientas - Guia didáctica, Buenos Aires: Ministerio de Educación- Instituto Nacional de Educación Tecnológica., 2011, pp. 8,28.
- [12] L. J. Kolaric, G. M. Gascal, G. Saglimbeli, F. Zanella, J. P. Agüero, M. Perez Larraburu y M. Couchot, Máquinas Herramientas - Análisis internacional: Asia- EEUU-Brasil, Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires -Facultad de Ingeniería, 2013.
- [13] O. Eraso Guerrero, Procesos de Manufactura, Bogota D.C: Universidad Abierta a Distancia - Unad, 2008.
- [14] Facultad de Ingeniería Industrial, «Torno Protocolo - Curso de Procesos de Manufactura,» Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Gavarito, Bogota, 2007.
- [15] G. Bavaresco, «Torno,» GABP Ingeniería, Valencia - Venezuela, 2013.
- [16] Junta de Extremadura, «Ficha de Prevención - Torno Paralelo,» Consejería de Educación y Empleo, Madrid, 2015.
- [17] Instituto Tecnológico Don Bosco, Maquinas Herramientas, Quito: Don Bosco.
- [18] A. Sanchez Agredo, Elaboración de un Plan de Mantenimiento para Fresadoras MFG de 3 Ejes del Laboratorio de Mecatrónica de la Universidad EAFIT (Tesis de Grado), Medellin: Universidad EAFIT, 2012.
- [19] L. F. Castro Patiño, «Máquinas Fresadoras: Como obtener un buen fresado,» *Maquinaria*, pp. 42-48, 2016.
- [20] H. R. Sinchiguano Panchi, Diseño e Implementación de un Manual de Operación, Mantenimiento y Seguridad del Taladro Fresador de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga: UTC- Universidad Técnica de Cotopaxi,

2012.

- [21] Junta de Extremadura, «Ficha de Prevención : La Fresadora,» Consejería de Salud y Empleo, Madrid, 2015.
- [22] Facultad de Ingeniería Industrial, Fresado y Taladrado Protocolo - Cursos de Procesos de Manufactura, Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2007.
- [23] Soldexa, Manual de Soldadura y Catálogo de Productos, Lima: Oerlinkon, 2016.
- [24] Lincoln Electric, «Lincoln Electric,» Julio 2018. [En línea]. Available: <https://www.soldadoralincoln.com.mx/stick/ac-225-glm/>.
- [25] C. Llano Uribe, «Soldadura G.M.A.W - MIG/MAG -Un proceso rápido, limpio y versátil,» *METAL ACTUAL - El magazine del sector Industrial*, pp. 18-24, 2013.
- [26] West-Arco, «Equipo Inversor West Arco Mig 200D - (Ficha Técnica),» Astesco, Medellín, 2015.
- [27] Lincoln Electric, «Soldadura bajo atmosfera inerte y electrodo de tungsteno,» Departamento de Formación - Lincoln-KD, S.A, Madrid, 2016.
- [28] ESAB, «Gama Esab de Equipos para proceso TIG - Ficha Técnica (Caddy™ TIG 2200i),» ESAB, Buenos Aires, 2015.
- [29] Porten - Performance y Technology, «Soldador Inverter Multiproceso - PS-M200W (Ficha Técnica),» Pintulac, Quito, 2015.
- [30] S. Kalpakjian y S. R. Schmid, Manufactura, Ingeniería y Tecnología, Quinta ed., Mexico: Pearson - Prentice Hall, 2008, p. 993.
- [31] C. D. Castro Lisintuña, Construcción de un molde metaálico (coquilla) con noyo para la función de aleaciones de aluminio (Tesis de grado), Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2012.
- [32] E. Flores Garcia y R. Orellana Ñunez, Diseño y Construcción de un horno de crisol para aleaciones no ferrosas (Tesis de grado), El Salvador: Universidad de El Salvador - Escuela de Ingeniería Mecánica, 2014.
- [33] V. Chura Uruchi, «Conformado de una pieza de aluminio: Moldeo en arena verde, fundición y colada,» *Revista Tecnológica* , vol. 10, nº 16, pp. 17 - 22, 2012.

- [34] F. Berrezueta y C. Siguencia , «Propuesta de un GMAO para la gestión del Mantenimiento de un sistema Ferroviario (tesis de pregrado),» 05 2016. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12159/1/UPS-CT006105.pdf>.
- [35] C. Martínez, «Implementación de un Análisis de modo y efecto de falla en una línea de manufactura para juguetes (tesis de postgrado),» 2004. [En línea]. Available: <http://eprints.uanl.mx/1522/1/1020150046.PDF>.
- [36] IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial, Gestión y Planificación del Mantenimiento Industri, Segunda ed., IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial, 2018.
- [37] M. Rodriguez, L. Quevedo y I. Martinez , «Control y Reducción de DEfectos y Scrap en el area de automotriz a partir de la elaboración de Reportes Coreanos (Informe),» 2016. [En línea]. Available: <http://www.itsmante.edu.mx/wp-content/uploads/2017/11/INFORME-FINAL-CONTROL-Y-REDUCCI%C3%93N-DE-DEFECTOS.pdf>.
- [38] Datatec, «10 Pasos para crear un plan de mantenimiento preventivo,» 03 2018. [En línea]. Available: <https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>.

ANEXOS



Anexo 1. Ficha Tecnica Torno EMCO MAT - 17D

LABORATORIOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN - BLOQUE I					
REGISTRO DE EQUIPOS					
			Datos Generales		
			Nombre :	Torno CN	
			Fabricante:	EMCO MAIER	
			Modelo:	EMCO MAT - 17D	
			Serial:	D4D-160402	
			Año de Fab:	2016	
			Area:	Máquinas Herramientas	
			Codificación:	T-01:I	
			Criticidad:	B	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Dimensiones		Unidades	Requerimientos		Unidades
Longitud Total	1650	[mm]	Vel. Del Motor	1450	[rpm]
Altura Total	1635		Fuente de Alimentación	3 / 400	[V]
Ancho Total	1060		Frecuencia	50 - 60	[Hz]
Peso Total	755	[kg]	Max. Fluctuación de Voltaje	+ 5 ; -10	[%]
Descripción			Número de Vel.	4	-
<p>El Torno EMCO MAT - 17D es una máquina herramienta controlada mediante control numérico (CN) debido a lo cual agiliza las operaciones de mecanizado por arranque de viruta que en este se puede realizar tales como :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cilíndrado interiores, exteriores. • Refrentado • Ranurado • Tronzado • Roscado 			Diametro ext. del mandril	Ø 200	[mm]
			Diametro int. del Mandril	Ø 50	[mm]
			Vel. Del Mandril	40 - 3000	[rpm]
			Diametro del contrapunto	Ø 50	[mm]
			Peso admisible		
			Con contrapunto	150	[kg]
			Sin contrapunto	50	
RECURSOS					
Mantenimiento Sucontratado		Consumibles		Repuestos criticos	
Técnicos de Garantía del fabricante		Aceite Deslizante Vactra 2		Tarjeta de pantalla LCD	
Prestación de servicios profesionales		Aceite Hidraulico DTE 25		Engranés/ Piñones	
		Grasa MS 3			
		Refrigerante Macron 401 F12			
Elaborado por:		Luis Daniel Mena Arias Daniel Alejandro Arias Calderón			

Anexo2. Ficha Técnica Fresadora CN - EMCO MAT-FB 450L

LABORATORIOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN - BLOQUE I						
REGISTRO DE EQUIPOS						
			Datos Generales			
			Nombre :		Freadora CN	
			Fabricante:		EMCO MAIER	
			Modelo:		EMCO MAT - FB 450L	
			Serial:		F9A160361	
			Año de Fab:		2016	
			Area:		Máquinas Herramientas	
			Codificación:		Fr-01:I	
			Criticidad:		B	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Dimensiones		Unidades	Requerimientos		Unidades	
Longitud Total	2095	[mm]	Rev. Nominales del motor	1215	[rpm]	
Altura Total	2060		Fuente de Alimentación	3/400	[V]	
Ancho Total	2450		Frecuencia	50 - 60	[Hz]	
Peso Total	2000	[kg]	Max. Fluctuación de Voltaje	+ 10 ; -10	[%]	
Descripción			Avance en los ejes X , Y , Z	10-5000	[mm/min]	
La fresadora EMCOMAT FB-450 L es una máquina herramienta controlada mediante control numérico (CN) debido a lo cual agiliza las operaciones de mecanizado por arranque de viruta que en este se puede realizar tales como : <ul style="list-style-type: none">• Planeado superficies.• Mecanizado de superficies irregulares• Mecanizado de engranes			Gama de revoluciones	10-5000	[rpm]	
			Capacidad del refrigerante en el deposito	40	[lt]	
			Capaciadad máx. de bombeo	25	[lt/min]	
			Pot.bomba	90	[W]	
			Flujon máx. de refrigerante	8	[lt/min]	
RECURSOS						
Mantenimiento Subcontratado		Consumibles		Repuestos		
Garantia del fabricante EMCO MAIER		Refrigerante		Tarjeta de pantalla LCD		
		Aceite		Bomba de refrigerante		
				Porta fresas		
Elaborado por:		Luis Daniel Mena Arias Daniel Alejandro Arias Calderón				

Anexo 3. Ficha Técnica Soldadora SMAW - INVERTEC V155-S

LABORATORIOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN - BLOQUE I						
REGISTRO DE EQUIPOS						
			Datos Generales			
			Nombre :		Soldadora Electrica	
			Fabricante:		LINCONL ELECTRIC	
			Modelo:		INVERTEC V155-S	
			Serial:		P1160605890	
			Año de Fab:		2016	
			Area:		Soldadura	
			Codificación:		Sd-04:I	
			Criticidad:		B	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Dimensiones		Unidades	Requerimientos		Unidades	
Longitud Total	392	[mm]	Fuente de Alimentación	120 Ac	[V]	
Altura Total	288		Frecuencia	50 - 60	[Hz]	
Ancho Total	158		Max. Fluctuación de Voltaje	+ 10 ; -10	[%]	
Peso Total	6,7	[kg]	Ciclos de Trabajo	100 ; 30	[%]	
Descripción			Corriente de salida	5-155	[A]	
La Maquina Linconl Electric Invertec V155-S es un soldadora eléctrica la cual forma un arco eléctrico entre el metal a soldar y el electrodo, produciendo la fusión de los dos materiales con el objetivo de aumentar la resistencia del área soldada.			Tipo de Salida	CD		
			Voltaje de Circuito Abierto Máximo	75	[V]	
			Rango de Temp. Operativa	-10 - 40	[°C]	
			Tamaño de Fusible	30	[A]	
			Tamaño de cable de Entrada	12 AWG		
RECURSOS						
Mantenimiento Subcontratado		Consumibles		Repuestos		
Garantía por parte del fabricante LINCONL ELECTRIC		Electrodo		Pinza portaelectrodo		
				Ventilador		
				Fusible Interno		
Elaborado por:		Luis Daniel Mena Arias Daniel Alejandro Arias Calderón				

Anexo 4. Ficha Técnica Soldadora MIG – Power MIG 180C

LABORATORIOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN - BLOQUE I						
REGISTRO DE EQUIPOS						
			Datos Generales			
			Nombre :		Soldadora Electrica	
			Fabricante:		LINCONL ELECTRIC	
			Modelo:		POWER MIG 180C	
			Serial:		M3160601235	
			Año de Fab:		2016	
			Area:		Soldadura	
			Codificación:		Sd-07:I	
			Criticidad:		B	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Dimensiones		Unidades	Requerimientos		Unidades	
Longitud Total	472	[mm]	Fuente de Alimentación	230 ; 208	[V]	
Altura Total	357		Frecuencia	60	[Hz]	
Ancho Total	258		Max. Fluctuación de Voltaje	+ 10 ; -10	[%]	
Peso Total	30	[kg]	Ciclos de Trabajo	30	[%]	
Descripción			Corriente de salida	130	[A]	
La Maquina Linconl Electric Power MIG 180c es un soldadora con gas inerte de metal en la cual al momento de soldar forma un arco eléctrico entre un electrodo y la pieza de metal. La zona soladad está protegida de la contaminación por un gas inerte que puede ser Argón o Helio.			Voltaje de Circuito Abierto	34	[V]	
			Rango de Temp. Operativa Corriente de soldadura	30 - 180	[A]	
			Tamaño de Fusible	40	[A]	
			Vel. De Alambre	1,3 - 12,7	[m/min]	
RECURSOS						
Mantenimiento Subcontratado		Consumibles		Repuestos		
Garantia por parte del fabricante LINCONL ELECTRIC		Argón o Helio		Punta de Contacto 0,6 mm		
		Alambre solido 0,6 mm		Rodillo Impulsor 0,6 mm		
				Toberas de Pistola de Bronce		
				Regulador y línea de gas		
Elaborado por:		Luis Daniel Mena Arias Daniel Alejandro Arias Calderón				



Anexo 5. Ficha Técnica Soldadora TIG – Square Wave-TIG 200

LABORATORIOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN - BLOQUE I						
REGISTRO DE EQUIPOS						
			Datos Generales			
			Nombre :		Soldadora TIG	
			Fabricante:		Lincoln Electric	
			Modelo:		Square Wave - TIG 200	
			Serial:		M3160604546	
			Año de Fab:		2016	
			Area:		Soldadura	
			Codificación:		Sd-05:I	
Criticidad:		B				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Dimensiones		Unidades	Requerimientos		Unidades	
Longitud Total	488	[mm]	Potencia de Entrada a 120 V	1Fase 60	[Hz]	
Altura Total	282		Potencia de Entrada a 230 V	1Fase 50/60	[Hz]	
Ancho Total	282		Rango de Entrada a 120 V	10 - 125	[A]	
Peso Total	21	[kg]	Rango de Entrada a 230 V	10 - 200	[A]	
Descripción			Fusible : Voltaje de Entrada 120V	20	[A]	
<p>Las Square Wave® TIG 200 es una máquina soldadora portátil PARA TIG (Soldadura con Gas inerte Tungsteno) y electrodo revestido, además proporciona una soldadura TIG de AC uniforme y estable, así como soldadura TIG de DC sobre acero, acero inoxidable y cromo molibdeno.</p> <p>Una interfaz amigable con el usuario permite que los operadores la calibren, se olviden de ello y se dediquen a soldar.</p>			Fusible : Voltaje de Entrada 230V	30	[A]	
			Voltaje entrada 120 V: Corriente / Ciclo de Trabajo	125 / 25 % 100 / 40 % 85 / 60 %	[A]	
			Voltaje entrada 230 V: Corriente / Ciclo de Trabajo	200 / 25 % 160 / 40 % 130 / 60 %	[A]	
			Rango de T° Operativa	-10 ~ + 40	[C°]	
			Rango de T° Almacenaje	-10 ~ + 40	[C°]	
			RECURSOS			
Mantenimiento Subcontratado	Consumibles		Repuestos			
Técnicos de Garantía del Fabricante	Gas C02, Argon		Soplete de cabeza flexible, conjunto de cables Boquilla # 7			
Prestación de servicios profesionales	Electrodo de tungsteno de 1/16"					
Elaborado por:		Luis Daniel Mena Arias Daniel Alejandro Arias Calderón				



Anexo 6. Ficha Técnica Soldadora Multi Procesos – Power Wave C300

LABORATORIOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN - BLOQUE I					
REGISTRO DE EQUIPOS					
		Datos Generales			
		Nombre :		Soldadora Electrica	
		Fabricante:		LINCONL ELECTRIC	
		Modelo:		POWER WEVE C300	
		Serial:		U1101209592	
		Año de Fab:		2016	
		Area:		Soldadura	
		Codificación:		Sd-09:I	
		Criticidad:		B	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Dimensiones		Unidades	Requerimientos		Unidades
Longitud Total	697	[mm]	Fuente de Alimentación	208/230/400/460/575	[V]
Altura Total	478		Frecuencia	50/60	[Hz]
Ancho Total	356		Max. Fluctuación de Voltaje	+ 10 ; -10	[%]
Peso Total	47,6	[kg]	Ciclos de Trabajo	40/100	[%]
Descripción			Corriente de salida	130	[A]
La Maquina Linconl Electric POWER WEVE C300 es un soldadora cuyas aplicaciones de soldadura pueden ser mediante electrodo,TIG,MIG,hilo tubular, arco sumergido y arco aire.			Rango de Salida SMAW	5 - 280	[A]
			Rango de Salida GMAW-FCAW	40 - 300	[A]
			Rango de Salida GTAW	5 - 300	[A]
			Temperatura de Operación	-20 - 40	[°C]
			Vel. De Alambre	1,27 - 17,8	[m/min]
RECURSOS					
Mantenimiento Subcontratado		Consumibles		Repuestos	
Garantia por parte del fabricante LINCONL ELECTRIC		Argón o Helio		Punta de Contacto 0,6 mm	
		Alambre solido 0,6 mm		Rodillo Impulsor 0,6 mm	
		Electrodo de Tugsteno		Toberas de Pistola de Bronce	
				Regulador y línea de gas	
Elaborado por:		Luis Daniel Mena Arias Daniel Alejandro Arias Calderón			



Anexo 7. Ficha Técnica Cortadora Plasma – Powerax-45XP

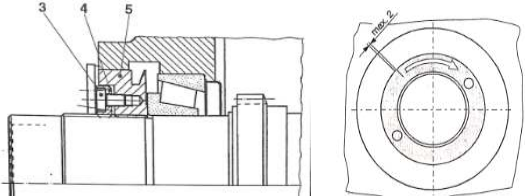
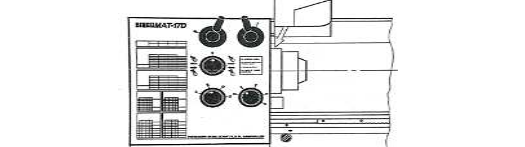
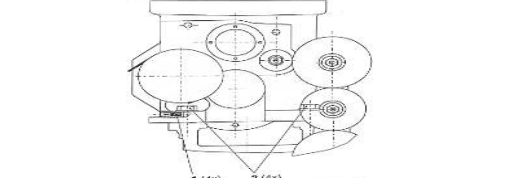
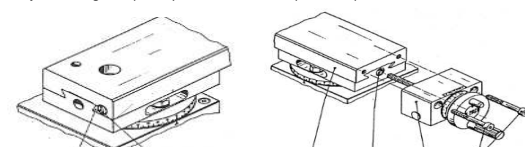
LABORATORIOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN - BLOQUE I						
REGISTRO DE EQUIPOS						
			Datos Generales			
			Nombre :		Cortadora Plasma	
			Fabricante:		Hypertherm	
			Modelo:		Powerax - 45XP	
			Serial:		45-104530	
			Año de Fab:		2016	
			Area:		Soldadura	
			Codificación:		Cp-01:I	
			Criticidad:		A	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Dimensiones		Unidades	Requerimientos		Unidades	
Longitud Total	443	[mm]	Corriente de Entrada a 200 -240 V / 50 -60 Hz	1Fase 32 - 39	[A]	
Altura Total	357		Voltaje de Entrada 50 - 60 Hz	1Fase 200 - 240	[V]	
Ancho Total	173		Voltaje de Salida	145	[VCD]	
Peso Total	15	[kg]	Corriente de Salida	10 - 45	[A]	
Descripción La Cortadora de plasma Powermax45 XP es un sistema de corte por plasma manual portátil, de 45 A, adecuado para una amplia gama de aplicaciones de corte y ranurado portátiles y mecanizadas. Las funciones automáticas de voltaje y de gas del sistema facilitan configurarlo y usarlo. Con el Powermax45 XP usted puede: - Usar aire o nitrógeno para cortar metales conductores de electricidad como acero al carbono, acero inoxidable y aluminio. - Cortar espesores de hasta 16 mm (5/8 pulg.)			Presion de corte 188,8 l/min	5,9	[bar]	
			Presion ranurado 165,2 l/min	4,1	[bar]	
			Voltaje entrada 120 V: Corriente / Ciclo de Trabajo	45 / 55 % 41 / 60 % 32 / 100 %	[A]	
			Tipo de gas admisible para operatividad	Aire Nitrogeno-N2 Argon-Ar	[-]	
			Rango de T° Operativa	10 ~ 40	[C°]	
			Rango de T° Almacenaje	25 ~ 55	[C°]	
			RECURSOS			
Mantenimiento Subcontratado		Consumibles		Repuestos		
Técnicos de Garantía del fabricante				Cable/ Pinza de masa, 200 A		
Prestación de servicios profesionales				Recipiente de filtro de aire (incluye elemento filtrante de aire y Oring)		
Elaborado por:		Luis Daniel Mena Arias Daniel Alejandro Arias Calderón				

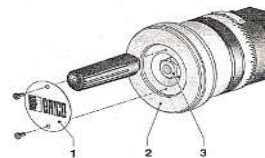
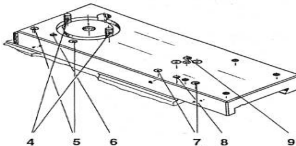
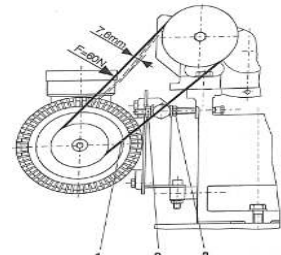
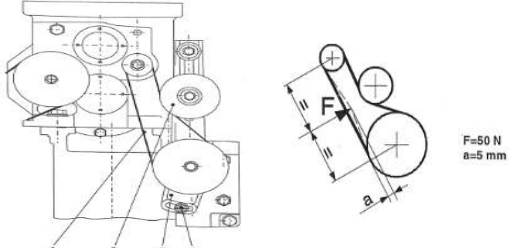
Anexo 8. Ficha Técnica Cortadora Plasma – 52cutmaster

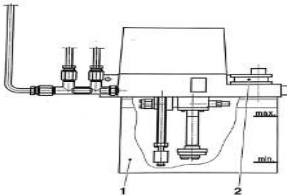
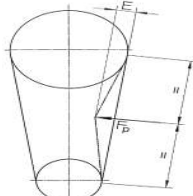
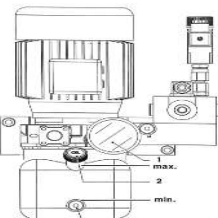
LABORATORIOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN - BLOQUE I						
REGISTRO DE EQUIPOS						
			Datos Generales			
			Nombre :		Cortadora Plasma	
			Fabricante:		Victor Thermal Dynamics	
			Modelo:		52-Cutmaster	
			Serial:		MX1508052278	
			Año de Fab:		2016	
			Area:		Soldadura	
			Codificación:		Cp-02:I	
Criticidad:		A				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Dimensiones		Unidades	Requerimientos		Unidades	
Longitud Total	570	[mm]	Corriente de Entrada a 208 -230 V / 50 -60 Hz	1Fase 32 - 39	[A]	
Altura Total	416		Voltaje de Entrada 60 Hz	1Fase 208 - 230	[V]	
Ancho Total	273		Voltaje de Salida	208	[VCD]	
Peso Total	19,5	[kg]	Corriente de Salida	20 - 60	[A]	
Descripción			Presion admisible de corte	4,1 - 6,5	[bar]	
La cortadora plasma 52-Cutmaster está diseñado y fabricado según una serie de normas y requisitos técnicos. Entre ellos están: - Calificación UL (Underwriters Laboratory) 94VO pruebas de inflamabilidad para todas las placas de circuito impreso utilizadas. - Para entornos con mayor riesgo de descarga eléctrica, las fuentes de alimentación con la marca 'S' cumplen con EN50192 cuando se usan junto con antorchas manuales con puntas de corte expuestas, si están equipadas con guías de separación instaladas			Presion máx de corte	8,6	[bar]	
			Voltaje entrada 92-104 V: Corriente / Ciclo de Trabajo	60 / 40 % 50 / 60 % 30 / 100 %	[A]	
			Tipo de gas admisible para operatividad	Aire Nitrogeno-N2 Argon-Ar	[-]	
			Flujo de Gas	142 - 235	[lpm]	
			Rango de T° Operativa	40	[C°]	
RECURSOS						
Mantenimiento Subcontratado		Consumibles		Repuestos criticos		
Técnicos de Garantía del Fabricante		Gas Aire/ N2 / Argon		Perillas control de funciones		
Prestación de servicios profesionales				Cable de trabajo y abrazadera 6,1m/ Ventilador		
				Conjuntos de cables con conectores ATC		
Elaborado por:		Luis Daniel Mena Arias Daniel Alejandro Arias Calderón				

Anexo 9. Horno Crisol Nabertherm TB 10/14


LABORATORIOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS, SOLDADURA Y FUNDICIÓN - BLOQUE I						
REGISTRO DE EQUIPOS						
			Datos Generales			
			Nombre :		Horno Crisol	
			Fabricante:		Nabertherm	
			Modelo:		TB 10/14	
			Serial:		215392	
			Año de Fab:		2010	
			Area:		Fundición	
			Codificación:		H-01:I	
Criticidad:		A				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Dimensiones		Unidades	Requerimientos		Unidades	
Profundidad Total	1190	[mm]	T° Max Horno	1400	[°C]	
Altura Total	1590		T° Max Baño de masa	1250	[°C]	
Ancho Total	980		Crisol	A 100	'-	
Peso Total	1000	[kg]	Capacidad Cu	30	[kg]	
Descripción			Capacidad Al	100	[kg]	
Los hornos se distinguen por su gran potencia de fusión. La aplicación de materiales de aislamiento de gran calidad generan un consumo de energía muy bajo alcanzan una temperatura máxima en la cámara del horno de 1200 °C, para temperaturas del baño de masa fundida de hasta 1050 °C. Los datos de potencia de fusión son valores máximos. En la práctica, se alcanza aprox. el 80 %. Las dimensiones externas varían en la versión con equipamiento opcional. Dimensiones a petición.			Potencia del Quemador	210	[Kw]	
			Consumo de Fusión	1 - 1,3	[kWh/kg]	
			Consumo de mantenimieno de calor (Tapa cerrada)	16	[kWh/h]	
RECURSOS						
Mantenimiento Subcontratado		Consumibles		Repuestos criticos		
Garantia del fabricante Nabertherm		GLP (Quemador)		Refractarios		
Elaborado por:		Luis Daniel Mena Arias Daniel Alejandro Arias Calderón				

CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - BLOQUE I																																																								
FM: PMP - CPM: I - SS																																																								
Equipo	Torno CN				Meses	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre						
Id equipo	T-01:I - T-08:I					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48			
Modelo	Emco Mat - 17D				Semanas																																																			
ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO					Planificación de Actividades de Mantenimiento																																																			
A1. Lubricación y Limpieza																																																								
A2-1 Lubrique con aceite deslizante las guía de rotación y guía del desplazamiento transversal del portaherramientas (10) (11)																																																								
A2-2 Lubrique los componentes de sujección del contrapunto, además de sus respectivas guías (12) (13).																																																								
A2-3. Lubriquee la tuerca y la guía superior del portaherramientas (14) (15).																																																								
A2-4 Limpie el tanque de refrigerante																																																								
A2-5 Revise los niveles del aceite en la caja de engranajes (17) (18)																																																								
A2. Cambio de Aceite y Refrigerante																																																								
A3-1 Cambio de refrigerante																																																								
A2-2 Cambio de aceite en puntos de lubricación del sistema de engranajes (20) (21).																																																								
A3. Alineación y Calibración																																																								
A4-1 Ajuste y calibración del cojinete del husillo principal (mandril)																																																								
																																																								
A4-1-1 Control de temperatura previo al cambio del cojinte del husillo principal																																																								
																																																								
A4-2 Ajuste de las tuercas de fijación dentro de la caja de engranajes																																																								
																																																								
A4-3 Ajuste de la guía superior y tuerca del husillo superior del porta herramientas																																																								
																																																								

<p>A4-3-1 Ajuste del husillo deslizante del volante del portaherramientas</p> 	Portaherramienta				
<p>A4-3-2 Ajuste de la corredera trasversal de la guía superior del portaherramientas</p> 					
<p>A4-5 Cambio y tensado de la correa de transmisión</p> 	Sistema de Transmisión				
<p>A4-6 Cambio y tensado de la correa dentada en la caja de velocidades</p> 	Caja de Velocidades				

CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - BLOQUE I																																																																																																																																																																																																		
FM: PMP - CPM: I - SS																																																																																																																																																																																																		
Equipo	Fresadora CN		Meses	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre																																																																																																																																																		
Id equipo	Fr-01:I - Fr-07:I			1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12				13				14				15				16				17				18				19				20				21				22				23				24				25				26				27				28				29				30				31				32				33				34				35				36				37				38				39				40				41				42				43				44				45				46				47				48		
Modelo	EmcoMat FB-450L		Semanas																																																																																																																																																																																															
ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO			Planificación de Actividades de Mantenimiento																																																																																																																																																																																															
A1. Inspección/Limpieza																																																																																																																																																																																																		
A2-1 Controla nivel de aceite en el deposito hidráulico.			Deposito Hidráulico																																																																																																																																																																																															
A2-2 Limpiar o cambiar refrigeracion de armario de distribuciones .			Estera Filtrante																																																																																																																																																																																															
A2-3 Controlar lubricación central (Nivel de aceite).			Sistema de Lubricación Central																																																																																																																																																																																															
																																																																																																																																																																																																		
A2-4 Limpieza del área de trabajo.			Área de Trabajo																																																																																																																																																																																															
A2-5 Limpiar o aceitar partes bruñidas en la maquina.			Área de Trabajo																																																																																																																																																																																															
A2. Lubricación																																																																																																																																																																																																		
A3-1 Engrasar engranaje angular, cabezal portafresa vertical mediante boquillas de lubricación			Cabezal Portafresa Vertical																																																																																																																																																																																															
A3-2 Engrasar engranaje angular eje Z mediante boquillas de lubricación																																																																																																																																																																																																		
A3. Inspección/Limpieza/Cambio																																																																																																																																																																																																		
A4-1 Limpieza de la lámpara de la máquina			Lampara																																																																																																																																																																																															
A4-2 Controlar el funcionamiento de la tecla de parada de emergencia.			Boton de Paro de Emergencia																																																																																																																																																																																															
A4-3 Controlar todas las mangueras y conexiones.			Mangueras, Conexiones																																																																																																																																																																																															
A4-4 Controlar cubierta de laminilla en carro Z			Carro Z																																																																																																																																																																																															
A4-5 Controlar el estado y tensión de las correas en accionamiento principal y motores de avance X,Y,Z			Accionamiento Principal, Motores de Avance																																																																																																																																																																																															
																																																																																																																																																																																																		
A4-6 Controlar daños, hermeticidad,corrosión en tina de refrigerante			Tina de Refrigerante																																																																																																																																																																																															
A4-7 Cambio de lubricante-refrigerante			Sistema de refrigeración																																																																																																																																																																																															
A4. Lubricación/Limpieza/Cambio (Cada Año)																																																																																																																																																																																																		
A5-1 Engrasar guías de carros y cojinetes del husillo X,Y,Z mediante los puntos de lubricación respectivos.			Guías de Carros y Cojinetes del Husillo																																																																																																																																																																																															
A5-2 Limpiar el tamiz del filtro de aceite en el deposito hidráulico.			Deposito Hidráulico																																																																																																																																																																																															
A5-3 Cambio de aceite hidráulico																																																																																																																																																																																																		
																																																																																																																																																																																																		
A5. Sustitución/Limpieza (Cada Dos Años)																																																																																																																																																																																																		
A6-1 Cambio de ventanillas de inspección			Área de Trabajo																																																																																																																																																																																															
A6-2 Limpieza del cabezal portafresa vertical			Cabezal Portafresa Vertical																																																																																																																																																																																															

Anejo 12. Cronograma del plan de Mantenimiento – Soldadora SMAW

CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - BLOQUE I																																																			
FM: PMP - CPM: I - SS																																																			
Equipo	Soldadora SMAW	Meses	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				
Id equipo	Sd-01:1 / Sd-04:1																																																		
Modelo	Lincoln Electric - SMAW Invertec -V1555	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO		Planificación de Actividades de Mantenimiento	A1				A1				A1				A1				A1				A1				A1				A1				A1				A1				A1								
A1. Inspección y Verificación																																																			
A2-1 Limpieza de la fuente de poder por dentro con aire comprimido de baja presión.		Estructura del equipo																																																	
A2-2 Limpieza de la entrada de flujo de aire y rejillas de salida.		Antorcha																																																	

Elaborado por: Luis Mesa y Daniel Arias

CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - BLOQUE I																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
FM: PMP - CPM: I - SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Equipo	Soldadora MIG			Meses	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Id equipo	Sd-07:I / Sd-08:I				Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Modelo	Lincoln Electric - Power MIG - 180C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Anexo 15. Cronograma del plan de Mantenimiento – Soldadora Multiprocesos

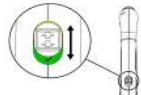



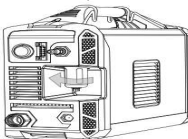

CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - BLOQUE I																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
FM: PMP - CPM: I - SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Equipo	Soldadora Multiprocesos											Meses	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Id equipo	Sd-09:I																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Modelo	Lincoln Electric - Power Wave C300											Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO												Planificación de Actividades de Mantenimiento									A1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

Anexo 16. Cronograma del plan de Mantenimiento – Soldadora por Fricción

CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - BLOQUE I																																																			
FM: PMP - CPM: I - SS																																																			
Equipo	Soldadora por Fricción	Meses	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				
Id equipo	SFr-01:I		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47		48
Modelo	N/A	Semanas																																																	
ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO		Planificación de Actividades de Mantenimiento	A1				A1					A1	A2			A1				A1				A1				A1				A1				A1				A1				A1				A1			
A1. Inspección y Limpieza																																																			
A2-1 Inspeccionar empaquetadura en la fugas.		Piston Hidraulico Manual																																																	
A2-2 Lubricación del eslabón que fija el pistón con la palanca de accionamiento		Piston Hidraulico Manual																																																	
A2-3 Ajuste de los elementos de fijación de la mesa de trabajo		Bancada																																																	
A2. Cambio y Limpieza																																																			
A3-1 Calibración del manómetro		Manometro																																																	

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias


CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - BLOQUE I																																																			
FM: PMP - CPM: I - SS																																																			
Equipo	Cortadora plasma		Meses																																																
Id equipo	Cp-01:I																																																		
Modelo	Hypertherm - Powermax 45XP		Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO			Planificación de Actividades de Mantenimiento	A1 A2		A1		A1		A1		A1 A3		A1		A1 A2		A1		A1		A1		A1		A1 A2		A1		A1		A1		A1 A3		A1		A1 A2		A1		A1		A1		A1		A1			
A1. Prueba de Funcionamiento																																																			
A2-1 Pruebe el interruptor de inhabilitación de la antorcha para asegurarse de que efectivamente inhabilite y active la antorcha. 			Interruptor de Inhabilitación																																																
A2-1-1 Con la fuente de energía encendida (ON), ponga el interruptor de inhabilitación de la antorcha en la posición de bloqueo amarillo (X)																																																			
A2-1-2 Apuntar la antorcha lejos de usted y los demás. Hale el gatillo para asegurarse de que la antorcha no dispare un arco. Ponga el interruptor de inhabilitación de la antorcha en la posición verde "listo para disparar" (OK). Apuntar la antorcha lejos de usted y los demás. Hale el gatillo 1 vez.			Antorcha																																																
A2-1-3 Asegúrese de que la antorcha no dispare un arco. Asegúrese de que la antorcha emita varios soplos de aire en rápida sucesión. <ul style="list-style-type: none">El arco de plasma no dispara. ①La antorcha emite varios soplos de aire en rápida sucesión. La antorcha vibra ligeramente con cada sople de aire. ②La alimentación de energía hace un sonido con cada sople de aire en el que libera presión. ③ 																																																			
A2-2 Reemplace el interruptor de inhabilitación de la antorcha si no está funcionando correctamente.			Interruptor de Inhabilitación																																																
A2. Reajuste																																																			
A3-1 Revisar el cable de alimentación y el enchufe. Reemplazarlos si están dañados.			Cable de alimentación																																																
A3-2 Inspeccione que el gatillo no esté dañado ademas revisar que el cuerpo de la antorcha no tenga fisuras y cables expuestos. Reemplazar cualquier pieza dañada.			Antorcha / Gatillo																																																
A3-3 Inspeccione los cables y mangueras de la antorcha. Reemplazarlos si están dañados.			Sistema de alimentación de gas																																																
A3-4 Reemplazar cualquier etiqueta dañada.  			Simbologia de Precaución																																																
A3. Cambios de Accesorios																																																			
A4-1 Reemplace el recipiente de filtro de aire y el elemento filtrante 			Filtro de Aire																																																
A4-1-1 Ponga el interruptor de energía de la alimentación de energía en posición apagado (OFF) (O). Desconecte el cable de alimentación de la fuente de energía. Desconecte la alimentación de gas de la parte de atrás de la fuente de energía.			Interruptor de Energia																																																
A4-1-2 Retire filtro de aire al desatornillar el protector de metal hasta que se separe del conjunto (1) del filtro de aire que se encuentra dentro de la alimentación de energía. Retire el filtro de aire de la protección (2) de metal. Saque el elemento filtrante del filtro haciendo palanca. Tener cuidado de no dañar el ring de la parte de arriba del recipiente.(3) 			Filtro de Aire																																																
A4-1-3 Coloque el filtro de aire en su lugar al atornillar la protección de metal al conjunto del filtro que se encuentra dentro de la alimentación de energía.																																																			

Anexo 18. Cronograma del plan de Mantenimiento- Cortadora Plasma 52cutmaster

CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - BLOQUE I																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
FM: PMP - CPM: I - SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Equipo	Cortadora plasma										Meses	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Id equipo	Cp-02:I																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Modelo	Victor Thermal Dynamics - 52 Cutmaster										Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO											Planificación de Actividades de Mantenimiento	A1 A2		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1		A1	

Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias

[illegible]

<h1 style="text-align: center;">MATRIZ CUALITATIVA DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL BLOQUE I</h1>					
CÓDIGO: FM : PI – ART : I - ST		REV. 01	PAGINA: 1/2	FECHA DE EMISION: 05/09/2019	FECHA DE REVISIÓN: 10/09/2019
RESPONSABILIDAD		PREPARADO POR: Daniel Mena / Daniel Arias		REVISADO POR: Ing. Marcos Hechavarria	APROBADO POR: Ing. Patricio Quitiquez
TITULO:	ART- ANALISIS DE RIESGOS EN EL TRABAJO DE LA SECCIÓN MAQUINAS HERRAMIENTAS				

#	FR	Peligro Identificativo	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo	Medidas de Control
			B	M	A	L	M	C	NIVEL DE RIESGO	
M1	MECANICOS	Caídas de personas a distinto nivel	X				X		TOLERABLE	Señalética en sitios que sean propensos a caídas
M2		Caída de personas al mismo nivel		X		X			TOLERABLE	Señalética en sitios que sean propensos a caídas
M3		Contactos eléctricos indirectos	X				X		TOLERABLE	Uso de EPP adecuado
M4		Piso irregular, resbaladizo y mojado	X				X		TOLERABLE	Señalética en lugares mojados
M5		Desorden y falta de limpieza		X			X		MODERADO	Orden y limpieza después de acabar los trabajos.
M6		Caída de objetos por manipulación		X				X	IMPORTANTE	
M7		Golpes contra objetos inmóviles		X			X		MODERADO	
M8		Golpes contra objetos móviles			X			X	INACEPTABLE	
M9		Maquinaria y equipos desprotegidos	X					X	MODERADO	Inspección de equipos y herramientas
M10		Circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo.								
M11		Manipulación de herramientas eléctricas y neumáticas.								
M12		Proyección de sólidos y líquidos			X			X	IMPORTANTE	Uso de EPP adecuado
M13		Trabajo con equipos o tuberías presurizadas								
M14		Corte/Pinchazo por elementos/herramientas manuales o eléctricas.			X		X		IMPORTANTE	Uso de EPP adecuado
M15		Superficies y materiales calientes			X		X		IMPORTANTE	Uso de EPP adecuado
F2	FISICOS	Iluminación deficiente	X			X			TOLERABLE	
F3		Ruido			X	X			MODERADO	Uso de EPP adecuado
F4		Vibración		X		X			MODERADO	
F5		Ventilación deficiente (fallas renovación aire)								
F6		Contacto eléctrico directo								
Q1	QUIMICOS	Polvo orgánico								
Q2		Polvo inorgánico (mineral o metálico)		X		X			TOLERABLE	Uso de EPP adecuado
Q3		Gases de combustión								
Q4		Manipulación de químicos sólidos y líquidos	X			X			ACEPTABLE	Uso de EPP adecuado
E1	PSICOSOCIALES	Manipulación manual de cargas		X		X			TOLERABLE	Manipulación de cargas con ayuda
E2		Posturas forzadas, estáticas, desbalanceadas: de pie, sentada, encorvada, agachada, etc.			X		X		IMPORTANTE	Pausas Activas
E3		Movimiento repetitivo			X		X		IMPORTANTE	Pausas Activas
P1		Trabajo a presión			X		X		IMPORTANTE	
P2		Alta responsabilidad			X		X		IMPORTANTE	
P3		Sobrecarga mental / de trabajo o estudios			X		X	X	IMPORTANTE	
P4		Trabajo monótono		X		X			TOLERABLE	

MATRIZ CUALITATIVA DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL BLOQUE I



CÓDIGO: FM : PI – ART : I - ST	REV. 01	PAGINA: 2/2	FECHA DE EMISION: 05/09/2019	FECHA DE REVISIÓN: 10/09/2019
RESPONSABILIDAD	PREPARADO POR: Daniel Mena / Daniel Arias		REVISADO POR: Ing. Marcos Hechavarria	APROBADO POR: Ing. Patricio Quitiquez
TÍTULO:	ART- ANALISIS DE RIESGOS EN EL TRABAJO DE LA SECCIÓN MAQUINAS HERRAMIENTAS			

P5	Inadecuada supervisión	X					X	MODERADO	Supervisión permanente en el área de trabajo
P6	Relaciones interpersonales inadecuadas o deterioradas		X				X	IMPORTANTE	Centro de escucha UPS
P7	Desmotivación e insatisfacción		X				X	IMPORTANTE	Centro de escucha UPS
P8	Desarraigo familiar		X				X	IMPORTANTE	Centro de escucha UPS
P9	Acoso Estudiantil		X				X	IMPORTANTE	Centro de escucha UPS

FORMATO DE ANALISIS


PROBABILIDAD	VALOR	NIVEL DE RIESGO		
ALTA	3	15	30	60
MEDIA	2	10	20	40
BAJA	1	5	10	20
IMPACTO		LEVE	MODERADO	CATASTROFICO
VALOR		5	10	20


ESTIMACIÓN DEL RIESGO

NIVEL DE RIESGO	VALOR
ACEPTABLE	5
TOLERABLE	10
MODERADO	15-20
IMPORTANTE	30-40
INACEPTABLE	50-60





*NOTA IMPORTANTE:

A la tabla de Formato de Análisis, se le fue asignada valores numéricos para determinar la estimación de riesgos y mediante ellos identificar el nivel de riesgo que pudiera presentarse.

GUÍA DEL USO CORRECTO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS BLOQUE I					
CÓDIGO: FM – PI – GUC : I - ST	REV. 01	PAGINA: 1/2	FECHA DE EMISION: 05/09/2019	FECHA DE REVISIÓN: 10/09/2019	
RESPONSABILIDAD	PREPARADO POR: Daniel Mena / Daniel Arias		REVISADO POR: Ing. Marcos Hechavarria	APROBADO POR: Ing. Patricio Qutiquez	
TÍTULO:	GUIA RAPIDA DE USO CORRECTO PARA TORNO CN - EMCO – MAT 17D				

	<p>Este procedimiento es una guía dirigida para los estudiantes y operarios de los tornos EMCO-MAT 17D de la sección de Torneo del Bloque I pertenecientes a laboratorios de la carrera de Ingeniería Mecánica de la UPS – Sede Quito.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Inspección : FM : PI – GUC : I - ST
---	---

Steps		
VERIFICACIÓN DE EPP		Verificación
	Es de suma importancia utilizar el EPP, el cual puede cambiar dependiendo a cada tipo trabajo.	<input type="checkbox"/>
	IMPORTANTE: No usar manillas, reloj, anillos ya que pueden ocasionar un accidente	<input type="checkbox"/>
	NO UTILIZAR EL EPP, puede provocar accidente que atenten a su integridad física.	<input type="checkbox"/>
1	Uso de Mandil/Gris.	<input type="checkbox"/>
2	Uso de gafas de seguridad	<input type="checkbox"/>
3	Uso de Botas Punta de acero	<input type="checkbox"/>
4	Uso de tapones auditivos	<input type="checkbox"/>
UBICACIÓN Y PRE – ARMADO DE EQUIPO		Verificación
	Asegurarse contar con el carnet estudiantil, mediante el puede adquirir herramientas.	<input type="checkbox"/>
	Reisduos de fluidos en el piso.	<input type="checkbox"/>
	Golpes, Atascamiento	<input type="checkbox"/>
1	Asegurarse que su sitio de trabajo se encuentre limpio.	<input type="checkbox"/>



Steps		
2	Inpeccionar la inexistencia de obstrucciones en componentes móviles (mandril, guías del contra punto)	<input type="checkbox"/>
3	Solicitar las herramientas necesarias en bodega.	<input type="checkbox"/>
4	 Verificacion de Herramientas y/o Recursos necesarios.	<input type="checkbox"/>
4.1	Calibrador pie de rey	<input type="checkbox"/>
4.2	Cuchillas de mecanizados	<input type="checkbox"/>
4.3	Llave de mandril	<input type="checkbox"/>
4.4	Llave del charriot	<input type="checkbox"/>
4.5	Llave de pico	<input type="checkbox"/>
4.6	Llave hexagonal (#)	<input type="checkbox"/>
4.7	Juego de llaves allen	<input type="checkbox"/>
4.8	Aceitero	<input type="checkbox"/>
4.9	Refrigerante	<input type="checkbox"/>
4.9	Galgas	<input type="checkbox"/>
4.10	Martillo de goma	<input type="checkbox"/>
4.11	Brocha,Franela	<input type="checkbox"/>
PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO		Verificación
	Contar con planos,esquema de la pieza a mecanizar.	<input type="checkbox"/>
	Caida de objetos, expulsión de particular (viruta)	<input type="checkbox"/>
	Atacasmientos, atrapamientos de extremidades Lesiones o golpes moderados,	<input type="checkbox"/>
1	Encender Torno switch ON	<input type="checkbox"/>



GUÍA DEL USO CORRECTO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

BLOQUE I



CÓDIGO: FM : PI – GUC : I - ST	REV. 01	PAGINA: 2/2	FECHA DE EMISION: 05/09/2019	FECHA DE REVISIÓN: 10/09/2019
RESPONSABILIDAD	PREPARADO POR: Daniel Mena / Daniel Arias	REVISADO POR: Ing. Marcos Hechavarria	APROBADO POR: Ing. Patricio Qutiquez	
TITULO:	GUIA RAPIDA DE USO CORRECTO PARA TORNO CN - EMCO – MAT 17D			

Steps		
2	Reseteo valores de la pantalla de Control Numerico.	<input type="checkbox"/>
3	Colocar el material a mecanizar en el mandril	<input type="checkbox"/>
4	Ajustar las mordazas del mandril con su respectiva llave	<input type="checkbox"/>
5	Colocar la velocidad (Rpm) de giro del torno .	<input type="checkbox"/>
6	Fijar las cuchillas de mecanizado en el portaherramienta.	<input type="checkbox"/>
7	Alinear a la posición deseada y ajustar los pernos de fijación del portaherramientas	<input type="checkbox"/>
8	Realizar perforación con broca de centros en el material.	<input type="checkbox"/>
9	Alinear el material a mecanizar con el contrapunto, para evitar tener un giro uniforme de la pieza. (Opcional)	<input type="checkbox"/>
10	Asegurarse que la cubierta de protección que esta sobre el mandril se encuentre en su posición correcta. *Nota: Si no es así, el torno no encendera.	<input type="checkbox"/>
11	Encerar la pantalla CN, apenas la cuchilla tenga contacto con el material.	<input type="checkbox"/>
12	Encender las revoluciones del mandril, con la palanca de accionamiento. *Consideraciones de sentido (Hacia arriba- horario)  (Hacia abajo - antihorario) 	<input type="checkbox"/>
13	Mecanizar el material hasta lograr los requerimientos de dimensionamiento requeridos mediante los volantes (X-Z) de desplazamientos .	<input type="checkbox"/>

Steps		
14	Colocar constantemente refrigerante sobre la superficie del material	<input type="checkbox"/>
15	Controlar las dimensiones en los desplazamientos mediante la pantalla CN, para mantener un margen permisible dentro de la tolerancia permitida.	<input type="checkbox"/>
16	Verificar mediante el uso de un calibrador que la dimensiones de la pieza mecanizada sean las indicadas por el plano.	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA DE EQUIPO		Verificación
	Caida de herramientas . Reisduos de fluidos en el piso.	<input type="checkbox"/>
	Golpes, lesiones leves	<input type="checkbox"/>
1	Apagar torno switch OFF	<input type="checkbox"/>
2	Recoger la bandeja del material desbastado.	<input type="checkbox"/>
3	Limpiar en los alrededores de la zona de trabajo.	<input type="checkbox"/>
RECOMENDACIONES DE USO.		
a)	Verificar que las cuchillas estén afiladas, y los angulos de incidencia sean los correctos, dependiendo del mecanizado a realizar.	
b)	Antes de encenderlo, verificar que no se encuentre herramientas cerca de la zona de giro del mandril,	
c)	Mantener el avance de cuchilla constante (ni rápido ni lento), para lograr uniformidad en toda la pieza.	
d)	Colocar refrigerante o aceite durante el proceso de mecanizado, evita que la cuchilla se caliente y evita que eso pueda fragilizar el material y provocar una fractura.	
e)	Para un mejor acabo se debe aumentar la velocidad de giro, pero disminuir la profundidad del desbaste.	
f)	Alejar lo suficiente la cuchilla de la pieza, para frenar el giro del mandril, ya que el no hacerlo puede ocasionar fisuras y desaflar las cuchillas.	

Anexo 22. Tabla de Criterio de valoración de la Gravedad


AIAG*: Criterio de valoración de la GRAVEDAD —AMEF 4ta Edición				
Efecto	EFFECTO DE LA FALLA Severidad del efecto en el equipo	Ranking	Efecto	EFFECTO EN EL PROCESO INTERNO Severidad del efecto en el proceso
Falla que afecta los requisitos de seguridad y/o gubernamentales	El modo de falla potencial afecta el funcionamiento y seguridad del vehículo y/o involucra el incumplimiento con la regulación gubernamental sin aviso.	10	Falla que afecta los requisitos de seguridad y/o gubernamentales	Puede poner en peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso.
	El modo de falla potencial afecta el funcionamiento y seguridad del vehículo y/o involucra el incumplimiento con la regulación gubernamental con aviso.	9		Puede poner en peligro al operador (máquina o ensamble) con aviso.
Pérdida o degradación de la función primaria	Pérdida de la función primaria (vehículo inoperable sin afectar su utilización segura)	8	Interrupción mayor	100% del producto corre riesgo de ser desechado. Parada de línea o sector.
	Degradación de la función primaria (vehículo operable, pero con reducción en su nivel de performance)	7	Interrupción significativa	Una parte de la producción corre riesgo de ser desechada. Desviación del proceso definido, disminución en la velocidad de la línea o mano de obra agregada.
Pérdida o degradación de la función secundaria	Pérdida de la función secundaria (vehículo operable, pero sin confort ni comodidades)	6	Interrupción moderada	100% de la producción debe ser retrabajada fuera de la línea para su aceptación.
	Degradación de la función secundaria (vehículo operable, pero con confort y comodidades reducidas en su nivel de performance)	5		Una parte de la producción debe ser retrabajada fuera de la línea para su aceptación.
Molestia	Mal aspecto o ruido. Vehículo operable. Defecto detectado por la mayoría de los clientes (> 75%)	4	Interrupción moderada	100% de la producción debe ser retrabajada en el puesto antes de ser procesado.
	Mal aspecto o ruido. Vehículo operable. Defecto detectado por algunos clientes (50%)	3		Una parte de la producción debe ser retrabajada en el puesto antes de ser procesado.
	Mal aspecto o ruido. Vehículo operable. Defecto detectado por la minoría de los clientes (< 25%)	2		Inconveniente leve sobre el proceso, la operación, o al operador.
Ninguno	Ningún efecto discernible	1	Ninguno	Ningún efecto discernible


Anexo 23. Tabla de Criterio para valoración de la Ocurrencia


AIAG: Criterio para valoración de la OCURRENCIA - AMFE 4ª EDICIÓN		
Probabilidad de fallar	Ocurrencia de la Causa (Número de fallos por máquina / equipo)	Ranking
Muy alta	N. Fallos \geq a 100	10
Alta	N. Fallos [99 -80]	9
	N. Fallos [79 -70]	8
	N. Fallos [69 -60]	7
Moderada	N. Fallos [59 -50]	6
	N. Fallos [49 -40]	5
	N. Fallos [39 -30]	4
Baja	N. Fallos [29 -20]	3
	N. Fallos [19 -01]	2
Muy baja	Falla eliminada a través de controles preventivos	1

Anexo 24. Tabla de Criterio para valoración de la Detección


AIAG: Criterio para la Valoración de la DETECCIÓN - AMFE 4º			
Oportunidad de detección	Probabilidad de que el control de proceso lo detecte	Ranking	Probabilidad de detección
Sin oportunidad	No hay control de proceso. No puede detectarse o no es analizado.	10	Casi imposible
Probabilidad de detección en cualquier etapa	Falla y/o error (causa) no puede ser detectado fácilmente (ej.: auditorías al azar).	9	Muy remota
Problema detectado luego del proceso	Falla detectada, luego del proceso, por el operador a través de medios visuales, táctiles y/o auditivos.	8	Remota
Detección del problema en el origen	Falla detectada en el puesto por el operador a través de medios visuales, táctiles y/o auditivos; o luego del proceso a través de calibres de control por atributos (pasa-no pasa, torque manual, etc.).	7	Muy baja
Problema detectado luego del proceso	Falla detectada luego del proceso por el operador a través de calibres por variables o en el puesto a través de calibres de control por atributos (pasa-no pasa, torque manual, etc.).	6	Baja
Problema detectado en el origen	Falla o error (causa) detectado en el puesto por el operador a través de calibres por variables o por controles automáticos que detectan el NC y alertan al operador (luz, sirena, etc.). Calibre para el control de lanzamiento de la 1º pieza (solo para causas de lanzamiento)	5	Probable
Problema detectado luego del proceso	Falla detectada, luego del proceso, por controles automáticos que detectan la pieza NC y previenen la transformación posterior.	4	Muy probable
Problema detectado en el origen	Falla detectada en el puesto por controles automáticos que detectan la pieza NC y previenen la transformación posterior.	3	Alta
Detección del error y/o prevención del problema	Error (causa) detectado en el puesto por controles automáticos que evitan que la pieza se fabrique.	2	Muy alta
Prevención de la causa	Error (causa) prevenido a través del diseño del herramental, la máquina o la pieza. Piezas NC no pueden fabricarse porque el diseño del proceso / producto (poka yoke) lo previene.	1	Casi seguro


CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS			
Equipo	Torno CN		
Id equipo	T-01:I - T-08:I		
Modelo	Emco Mat - 17D		
A1. Verificación		Sistema / Componente	
A1-1 Verifique la cubierta del mandril y cubierta de la caja de transmisión estén correctamente colocadas (1).		Cubiertas de Protección	<input type="checkbox"/>
A1-2 Compruebe que el carro transversal tenga suficiente aceite deslizante en sus guías, de no ser así coloque aceite sobre la guía (2).		Carro Transversal	<input type="checkbox"/>
A1-3 Verifique que se encuentre lubricado la tuerca de husillo del portaherramientas, de caso contrario colocar aceite deslizante (3).		Portaherramienta	<input type="checkbox"/>
A1-4 Chequear el funcionamiento del interruptor del PARO DE EMERGENCIA (4).		Switch Emergencia	<input type="checkbox"/>
A1-5 Inspeccione el deslizamiento longitudinal del carro del porta herramientas (5).		Portaherramienta	<input type="checkbox"/>
A1-6 Verifique que la rueda de engranaje cuente con suficiente grasa (6).		Caja de Velocidades	<input type="checkbox"/>
A1-7 Revisar la lubricación de los pivotes de cambio de marcha, sino cuetas con suficiente relubricar con grasa (7).		Pivotes de cambio de Marcha	<input type="checkbox"/>
A1-8 Revisar la lubricación del carro transversal en coaso de con contar con lo suficiente Coloque grasa en los puntos de lubricación (8).		Carro Transversal	<input type="checkbox"/>
A1-9 Chequee que exista un nivel del refrigerante adecaudo , de no ser así rellenar o en su defecto retirar el exceso (9).		Tanque de Refrigerante	<input type="checkbox"/>
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias			

CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS		
Equipo	Fresadora CN	
Id equipo	Fr-01:I - Fr-07:I	
Modelo	EmcoMat FB-450L	
A1. Verificación		Sistema / Componente
A1-1 Controlar daños en cristales de puerta y área de trabajo.	Puerta, Bandeja	<input type="checkbox"/>
A1-2 Limpieza de bandeja de virutas.	Bandeja	<input type="checkbox"/>
A1-3 Controlar nivel de lubricante-refrigerante en el dispositivo del sistema de refrigeración.	Sistema de refrigeración	<input type="checkbox"/>
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias		


CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS		
Equipo	Cortadora plasma	
Id equipo	Cp-01:I	
Modelo	Hypertherm - Powermax 45XP	
A1. Verificación		Sistema / Componente
A1-1 Revisar el funcionamiento de los indicadores LED y corrija cualquier condición de falla.		<div>Sistema de Control</div> <div></div>
A1-2 Revisar si los consumibles (escudo frontal - deflector - boquilla - electrodo - anillo distribuidor ring de la antorcha) están bien instalados y no tienen desgaste. Nota: para obtener mas detalles sobre el desgaste de los consumibles revise la pag 175 del manual del fabricante		<div>Antorcha</div> <div></div>
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias		


CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS		
Equipo	Cortadora plasma	
Id equipo	Cp-02:I	
Modelo	Victor Thermal Dynamics - 52 Cutmaster	
A1. Verificación		Sistema / Componente
A1-1 Revise las piezas consumibles de la antorcha, reemplácelas si están dañadas, desgastado o cuando el rendimiento del corte ha disminuido.	Antorcha	<input type="checkbox"/>
A1-2 Compruebe el plasma y el suministro secundario y la presión.	Suministro de Presión	<input type="checkbox"/>
A1-3 Purgue la línea de gas de plasma para eliminar el condensado.	Sistema de alimentación de gas	<input type="checkbox"/>
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias		

CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS		
Equipo	Soldadora TIG	
Id equipo	Sd-05:1 / Sd-06:1	
Modelo	Linconl Electric - Square Wave TIG 200	
A1. Verificación		Sistema / Componente
A1-1 Verifique la operación correcta de comando de control, interruptores y botones de la parte frontal de la fuente de potencia.	Perilla de Control	<input type="checkbox"/>
A1-2 Si el interruptor no está en estado operativo, reemplácelo de inmediato.	Interruptor	<input type="checkbox"/>
A1-3 Verifique el funcionamiento soldadura de la pantalla LED. Si esta no funciona, de mantenimiento, o reemplace la PCB (tarjeta de circuitos impresos) de la pantalla.	Pantalla LED	<input type="checkbox"/>
A1-4 Verificar el estado de ventilador . Si el ventilador no rota y tiene obstrucciones, reemplácelo.	Ventilador	<input type="checkbox"/>
A1-5 Verifique las terminales de salida con respecto a sobrecalentamientos, y en tal caso cambie las terminales de salida.	Terminales de salida	<input type="checkbox"/>
A1-6 Asegúrese que las clavijas de los cables de soldadura se encuentren firmemente conectados.	Cables de alimentación	<input type="checkbox"/>
A1-7 Revise las puntas de los cables de soldadura y el cordón eléctrico en busca de daños. Si tienen daños, reemplácelos .	Cables de alimentación	<input type="checkbox"/>
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias		

CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS		
Equipo	Soldadora MIG	
Id equipo	Sd-07:I / Sd-08:I	
Modelo	Lincoln Electric - Power MIG - 180C	
A1. Verificación		Sistema / Componente
A1-1 Revisar la integridad de los cables y conexiones, en caso de estar deteriorados remplazarlos.		<div>Conexiones</div> <div></div>
A1-2 Verificar el estado de las mangueras y accesorios del sistema de alimentación de gas. Remplazarlo en caso de estar en mal estado		<div>Sistema de alimentación de gas.</div> <div></div>
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias		



CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS		
Equipo	Soldadora SMAW	
Id equipo	Sd-01:I / Sd-04:I	
Modelo	Linconl Electric - SMAW Invertec -V155S	
A1. Verificación		Sistema / Componente
A1-1 Revisar el estado de los conductores y conexiones.		Perilla de Control / Conexiones
A1-2 Verifique para ver si el ventilador opera normalmente. Si el ventilador no rota y no tiene obstrucciones, reemplácelo.		Ventilador
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias		

CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS		
Equipo	Soldadora Multiprocesos	
Id equipo	Sd-09:1	
Modelo	Linconl Electric - Power Wave C300	
A1. Verificación		Sistema / Componente
A1-1 Revisar el estado de los conductores y conexiones.	Conexiones	<input type="checkbox"/>
A1-2 Limpieza de las rejillas de entrada, salida y canales de enfriamiento con aire de baja presión.	Sistema de flujo de aire	<input type="checkbox"/>
A1-3 verificar el estado de funcionamiento del ventilador para comprobar si existe alto nivel de vibraciones o desbalance	ventilador	<input type="checkbox"/>
A1-4 Verifique para ver si el ventilador opera normalmente. Si el ventilador no rota y no tiene obstrucciones, reemplácelo.	Ventilador	<input type="checkbox"/>
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias		

CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS		
Equipo	Soldadora por Fricción	
Id equipo	SFr-01:I	
Modelo	N/A	
A1. Verificación		Sistema / Componente
A1-1 Inspeccionar la maquina y aplicar la guía de uso correcto	Bancada / Mandril	<input type="checkbox"/>
A1-2 Inspección de fugas de aceite y colocar empaquetaduras si es necesario.	Cilindro Hidraulico Manual	<input type="checkbox"/>
A1-3 Inspección de fugas en los acoples	Manometro	<input type="checkbox"/>
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias		

CHECK LIST MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - BLOQUE I FM: PMP - CPM: I - SS		
Equipo	Horno Crisol	
Id equipo	H-01:I	
Modelo	TB 10/14	
A1. Verificación		Sistema / Componente
A1-1 Revisar el ajuste de correas y poleas, en caso de estar deteriorados remplacelos.	Quemador	<input type="checkbox"/>
A1-2 Revisar el estado de refractario.	Horno	<input type="checkbox"/>
A1-3 Verificar la existencia de fugas sistema de alimentación de gas.	Sistema de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>
A-4 Verificar el funcionamiento del sistema de control e instrumentación	Panel de Control	<input type="checkbox"/>
A1- Verificar obstrucciones en el sistema de alimentación de gas.	Sistema de alimentación de gas.	<input type="checkbox"/>
Elaborado por: Luis Mena y Daniel Arias		

Anexo 35. Reporte estudiantil de notificación de fallos

REPORTE ESTUDIANTIL DE NOTIFICACIÓN DE FALLOS				
Procedimiento de Notificación FM : PN – RNF : I		 <p>Este formato esta dirigido para los estudiantes /operarios del Laboratorio de Maquinas herramientas, Soldadura y Fundición, con la finalidad de informar al personal Docente de incidentes y fallos que pudieran presentarse durante el uso de las máquinas y equipos</p>		
Seccion : _____				
Fecha: _____		Hora del Incidente: _____		
Equipo: _____		Id de Equipo: _____		
SISTEMA MECÁNICO	Bien/Si	Mal/No	N/A	OBSERVACIONES
Estado del área de Trabajo				
Limpieza de la máquina o equipo				
Estado de la Estructura de Maq/Eq				
Ruido en el funcionamiento				
Funcionamiento del Sist. Refrigerante				
Falta de lubricación				
Atascamiento				
Estado de controles manuales				
Estado de mangueras				
Golpes/ Rayaduras/ Fisuras				
Desgaste				
Fuga de fluidos				
Maq/Eq: Cumple con su funcion				
Otros				
SISTEMA ELÉCTRICO	Bien/Si	Mal/No	N/A	OBSERVACIONES
Conexiones de alimentación electrica				
Estado de cables				
Estado de Pantallas				
Conroles Automaticos				
Sobrecalentamiento				
Cortocircuitos				
Presencia de humo				
Otros				

DESCRIPCIÓN DEL FALLO : _____

Estudiante / Operario

Nombre: _____

CI.: _____

Docente

Nombre: _____

CI.: _____

LISTADO DE REPUESTOS Y CONSUMIBLES - BLOQUE I



Repuestos	Consumibles
Torno CN	
Tarjeta de pantalla LCD	Aceite Deslizante Vactra 2
Contrapunto	Aceite Hidarulico DTE 25
Bomba de refrigerante	Grasa MS 3
Muelas de Mandril	Refrigerante Macron 401 F12
Fresadora CN	
Tarjeta de pantalla LCD	Aceite Deslizante Vactra 2
Bomba de refrigerante	Aceite Hidarulico DTE 25
Porta Fresas	Grasa MS 3
	Refrigerante Macron 401 F12
Soldadora SMAW	
Pinza portaelectrodo	Electrodo
Ventilador	
Conjunto de cables	
Fusible Interno	
Soldadora MIG	
Punta de Contacto 0,6 mm	Argón o Helio
Rodillo Impulsor 0,6 mm	
Toberas de Pistola de Bronce	Alambre solido 0,6 mm
Conjunto de cables	
Regulador y línea de gas	
Soldadora TIG	
	C02, Argon
Conjunto de cables	Electrodo de tungsteno de 1/16”
Boquilla # 7	
Soldadora Multiprocesos	
Punta de Contacto 0,6 mm	Argón o Helio
Rodillo Impulsor 0,6 mm	Alambre solido 0,6 mm
Toberas de Pistola de Bronce	Electrodo de Tugsteno
Regulador de línea de gas	
Cortadora Plasma 52-Cutmaster	
Perillas control de funciones	Aire; N2 ; Argon
Cable de trabajo y abrazadera 6,1m/ Ventilador	
Conjuntos de cables con conectores ATC	
Cortadora Plasma Powerax - 45XP	
Cable/ Pinza de masa, 200 A	Aire; N2 ; Argon
Recipiente de filtro de aire (incluye elemento filtrante de aire y Oring)	
Horno Crisol	
Componentes Del tablero de control	GLP